REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

------*

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

------*

FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

--------*

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE EN MEDECINE

____**

Année : 2021 N° 2347

CONNAISSANCES DES PRESCRIPTEURS D'EXAMENS IRRADIANTS EN MATIERE DE RADIOPROTECTION DES PATIENTS DANS LES CENTRES HOSPITALIERS DU LITTORAL

THESE

Présentée et soutenue publiquement pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine
(Diplôme d'Etat)
Par :

Chérif SEIBOU SOURADJOU

Né le 25 Décembre 1994 à Djougou (BENIN)

Directrice de thèse :

MCA Patricia YEKPE AHOUANSOU

Co-Directrice de thèse :

Dr Sonia B.M.G. ADJADOHOUN

Président du jury :

Pr Marcellin AMOUSSOU-GUENOU

Membres du jury :

Pr Aristote HANS-MOEVI

Pr Zavier Cossi ZOMALHETO

MCA Ghislain SOPOH

REPUBLIQUE DU BENIN
*****
UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE
****

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI **FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE**

DECEMBRE 2020

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

DOYEN : Professeur MEHINTO Delphin K.

VICE-DOYENNE U.F.R Médecine : Professeur ZOUMENOU Eugène

VICE-DOYENNE U.F.R Pharmacie : Maître de Conférences Agrégé YEMOA Loconon Y. Achille

VICE-DOYEN /ECOLES : Professeur EZIN-HOUNGBE Josiane

Année : 2020-2021 (version décembre 2020)

PROFESSEURS TITULAIRES

1.	Dr EZIN-HOUNGBE Josiane.....	Psychiatrie Adulte
2.	Dr HOUINATO Dismand Stéphan.....	Neurologie
3.	Dr ADJIBABI Wassi.....	ORL-Chirurgie Cervico Faciale
4.	Dr KINDE GAZARD Dorothée Akoko.....	Parasitologie Mycologie
5.	Dr MEHINTO Delphin Kuassi.....	Chirurgie Viscérale
6.	Dr VIGNIKIN -YEHOUESSI Bernadette	ORL-Chirurgie- Cervico- Faciale
7.	Dr GANGBO Flore	Histologie- Embryologie-Cytogénétique
8.	Dr HOUNNOU-TCHABI Sidonie	Ophtalmologie
9.	Dr LALEYE Anatole O. A	Histologie-Embryologie-Cytogénétique
10.	Dr AMOUSSOU-GUENOU Marcellin Kuassi.	Biophysique, Médecine Nucléaire
11.	Dr FIOGBE Michel Armand.....	Chirurgie Pédiatrique
12.	Dr HOUENASSI D. Martin	Cardiologie
13.	Dr HANS-MOEVI Aristote	Orthopédie -Traumatologie
14.	Dr KPADONOU Toussaint Godonou.....	Médecine Physique – Réadaptation
15.	Dr SOUNOUVOU Ignace.....	Ophtalmologie
16.	Dr BIAOU Olivier	Imagerie Médicale
17.	Dr ODOULAMI-YEHOUESSI Lisette.....	Ophtalmologie
18.	Dr ZANNOU D. Marcel	Médecine Interne
19.	Dr ZOUMENOU Eugène.....	Anesthésie-Réanimation
20.	Dr DENAKPO Justin Lewis	Gynécologie Obstétrique
21.	Dr DOSSOU Francis Moïse	Chirurgie Générale
22.	Dr ADEGBIDI Hugues Daniel Gbadébo	Dermatologie Vénérologie
23.	Dr AFFOLABI Dissou.....	Bactériologie-Virologie
24.	Dr ALAO Modjere Ola Maroufou Jules.....	Pédiatrie et Génétique Médicale
25.	Dr ATADOKPEDE Agbomènou Félix.....	Dermatologie- Vénérologie
26.	Dr AWEDE Bonaventure Lucien Sévérin.....	Physiologie
27.	Dr FIOSSI-KPADONOU Emilie.....	Pédopsychiatrie
28.	Dr HOUNNOU d'ALMEIDA Marcelline Edith S	Pédiatrie et Génétique Médicale
29.	Dr TONATO-BAGNAN Josiane Angéline A.	Gynécologie-Obstétrique
30.	Dr ADJIEN Kodjo Constant	Neurologie
31.	Dr OGOUYEMI-HOUNTO Aurore Bertille.	Parasitologie
32.	Dr SAGBO Gratien.....	Pédiatrie
33.	Dr SEHONOU Jean	Hépato-Gastro-Entérologie

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

DECEMBRE 2020

34. Dr AGODOKPESSI Gildas ..... Pneumo-Phtisiologie
35. ALAMOU Soulé..... Ophtalmologie
36. Dr ALLABI Aurel Constant Eustache..... Pharmacologie Clinique
37. Dr AVAKOUDJO Josué D. Georges ..... Urologie-Andrologie
38. Dr AYELO Ahounmènou Paul ..... Médecine du Travail
39. Dr GANSOU Grégoire Magloire ..... Psychiatrie
40. Dr GNONLONFOUN Dieudonné ..... Neurologie
41. Dr HOUNKPATIN Benjamin I. Bodounrin..... Gynécologie Obstétrique
42. Dr TSHABU AGUEMON Christiane ..... Gynécologie Obstétrique
43. Dr ZOMALHETO Zavier Cossi ..... Rhumatologie

MAÎTRES DE CONFERENCES AGREGES

1. Dr ASSOUTO A. Pamphile. ..... Anesthésie –Réanimation
2. Dr AVAKOUDJO François ..... ORL-Chirurgie Cervico Faciale
3. Dr GBENOU Antoine Séraphin ..... Chirurgie Pédiatrique
4. Dr HOUNKPE Pierre Claver ..... Anesthésie-Réanimation
5. Dr LAWSON AFOUDA Sonia..... ORL-Chirurgie Cervico Faciale
6. Dr YEKPE AHOUANSOU Patricia Frida..... Imagerie Médicale
7. Dr AGUEMON Badirou Din..... Santé Publique
8. Dr ALAGNIDE Hountondji Etienne ..... Médecine Physique et de Réadaptation
9. Dr AZON KOUANOU Angèle ..... Médecine Interne
10. Dr GBESSI Dansou Gaspard ..... Chirurgie Générale
11. Dr HINSON Vikkey Antoine ..... Médecine du Travail
12. Dr LALYA Francis Honorat..... Pédiatrie et Génétique Médicale
13. Dr SISSINTO SAVI DE TOVE Yolande..... Parasitologie-Mycologie
14. Dr VIGAN Jacques ..... Néphrologie
15. Dr YEMOA Loconon Y. Achille. ..... Chimie Analytique-Bromatologie
16. Dr AGBODANDE Kouessi Anthelme ..... Médecine Interne
17. Dr ALIHONOU Thierry ..... Neurochirurgie
18. Dr BAGNAN TOSSA Léhila..... Pédiatrie et Génétique Médicale
19. Dr GANFON Habib M. Yoel. ..... Pharmacognosie
20. Dr KEREKOU Célestine Annelie. ..... Endocrinologie
21. Dr VODOUHE Ulrich B. ..... ORL-Chirurgie Cervico Faciale
22. Dr WANVOEGBE Armand..... Médecine Interne

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

RECEVABLE 2020

MAITRES ASSISTANTS

1. Dr BIO-TCHANE Imrane.....	Chirurgie Maxillo-Faciale
2. Dr GANDAHO Hugues Jean-Thierry	Neurochirurgie
3. Dr AGBOTON Bruno Léopold	Néphrologie
4. Dr ALIHONOU Florence	Pédiatrie et Génétique Médicale
5. Dr ABOUKI Chakiratou Olaïdé Adoukê.....	Ophtalmologie
6. Dr AKPADJAN Gbèmawonmédè Fabrice.....	Dermatologie-Vénérologie
7. Dr CHIGBLO Sègla Pascal Eric.....	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
8. Dr DEGBOE Kaï Bérénice Esthelle	Dermatologie-Vénérologie
9. Dr DJOSSOU Médéssè David(Demande de mise à disponibilité).....	Odontologie Pédiatrique
10. Dr HODONOU Détondji Fred Jean-Martin...	Urologie-Andrologie
11. Dr LAWANI Ismaïla.....	Chirurgie Viscérale
12. Dr OGOUDJOBI Ogourindé Mathieu.....	Gynécologie-Obstétrique
13. Dr ZOHOUN-GUIDIGBI Lutécia Myria A.....	Pédiatrie et Génétique Médicale
14. Dr ABOUBACAR Moufalilou	Gynécologie-Obstétrique
15. Dr ADJADOHOUN Sonia B.M. Gwladys....	Radiologie
16. Dr ADJAGBA D. Philippe M	Cardiologie
17. Dr AMOSSOU L. François.....	Traumatologie-Orthopédie
18. Dr ATTOLOU Sètondji Roger Gilles.....	Chirurgie Générale
19. Dr AZONBAKIN Azandégbé Simon	Histologie-Embryologie-Cytogénétique
20. Dr BADOU Agnès Sylvie.....	Ethnologie
21. Dr GNANGNON Freddy Houehanou R.....	Cancérologie Chirurgicale
22. Dr GNINKOUN Comlan Jules.....	Endocrinologie Métabolisme et Nutrition
23. Dr IMOROU SOUAÏBOU Yacoubou.....	Chirurgie Générale
24. Dr KPOSSOU Aboudou Raïmi	Gastroentérologie et Hépathologie
25. Dr LOKOSSOU M. Symphorose.....	Gynécologie-Obstétrique
26. Dr PADONOU Abiodoun Djossè.....	Traumatologie-Orthopédie
27. Dr PADONOU Sètondji Géraud Roméo.....	Santé Publique
28. Dr SEIDOU Falilatou	Anatomie Pathologique
29. Dr SONOU Djidjoho Joël A.....	Cardiologie
30. Dr TOGNIFODE M. Véronique.....	Gynécologie-Obstétrique
31. Dr TOKOUDAGBA Kossi Jean-Marie Dénis...	Chimie Organique et Chimie des Substances Naturelles
32. Dr WACHINOU Ablo Prudence.....	Pneumo-Phtisiologie
33. Dr YEVI Dodji Magloire Inès.....	Urologie Andrologie
34. Dr ADJOBIMEY Mênonli.....	Santé au Travail
35. Dr AKODJENOU Joseph	Anesthésie Réanimation
36. Dr ANAGONOU Lary Lucrèce.....	Pédopsychiatrie
37. Dr BIGOT Cédric Egnonwa Parfait	Médecine Légale

Université d'Abomey-Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

VISA 2020

38. Dr BOGNON Gilles M.....	Pédiatrie
39. Dr BANCOLE POGNON Sylvie Arlette A.....	Chirurgie Buccale
40. Dr KLIKPO Elvire	Psychiatrie Adulte
41. Dr MIKPONHOUE Rose Christelle	Médecine du Travail
42. Dr PADONOU Caroline	Pédiatrie
43. Dr ZOHOUN Comlan Gildas Alban	Hématologie

ASSISTANTS

1. Dr VIGNON Cyprien K. (Procédure d'appel en cours pour service abandonné).....	Chirurgie Générale
2. Dr LANKPEKO-AFFOLABI Clémence M.	Pédiatrie et Génétique Médicale
3. Dr HOUNKPONOU Eliane K. Murielle	Cardiologie
4. Dr YAKOUBOU YOBO Annatou	Pédiatrie et Génétique Médicale
5. Dr SOSSA Jean	Urologie
6. Dr VIGNON Koffi Rodolphe	Hépato-Gastroentérologie
7. Dr AMONLES Yves D.	Psychiatrie
8. Dr LAWSON Roland F (Situation non connue)	Pharmacologie
9. Dr AHOUNOU Ernest Stéphane.....	Anesthésie-Réanimation
10. Dr HOUESSOU ENIANLOKO Nicole Zinhoué épseTCHIAKPE.....	Pédiatrie
11. Dr DANGBEMEY Djima Patrice.....	Gynécologie-Odstrétique
12. Dr HOUNDETOUNGAN David Gilles.....	Biophysique
13. Dr MIZEHOUN Gbèdécon Carmelle.....	Nutrition et Diététique
14. Dr LALEYE Christel Marie Fortunat Olatumbossum B.I.	Anatomie
15. Dr AÏGBE Nestor.....	Ophtalmologie
16. Dr AZA-GNANDJI Guy-Gérard.....	Psychiatrie
17. Dr DADJO Kinski Aumar.....	Traumatologie Orthopédie
18. Dr Alexis Do SANTOS ZOUNON.....	OTO-Rhino Laryngologie et Chirurgie Cervico-Faciale
19. Dr GOUKODADJA Oswald.....	Traumatologie Orthopédie
20. Dr ASSANHOU Assogba Gabin.....	Pharmacie Galénique
21. Dr BAGLO Dédé Priscillia Tatiana.....	Hématologie Biologie

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

ENVOYER 2020

EMERITES

1- Dr BASSABI Souleymane.....

2- Dr AHYI Réné A. Galbert.....

3- Dr PADONOU Nazaire.....

4- Dr HOUNKPE Célestin.....

5- Dr Do ANGO-PADONOU Florencia.....

6- Dr GNINAFON Martin.....

7- Dr ALIHONOU Eusèbe Magloire.....

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

DECEMBRE 2020

COLLABORATEURS

A- COLLABORATEURS EXTERIEURS

1- Dr LECLERCQ Joëlle.....	Professeur de Pharmacognosie à l'Université Catholique de Louvain (UCL)
2 - Dr CREPPY Edmond.....	Professeur de Toxicologie à la retraite - Université de Bordeaux 2
3 - Dr ATINDEHOU Eugène.....	Professeur de Chimie Analytique à la retraite - Université Félix HOUPHOUËT BOIGNY
4 - Dr GRISLAIN Luc.....	Professeur de Galénique à l'Université Bordeaux 2
5 - Dr POUPAERT Jacques.....	Professeur de Chimie Pharmaceutique à la retraite – Université Catholique de Louvrain
6 - Dr EVRARD Brigitte.....	Professeur de Galénique à l'Université de Liège
7-Dr ROBERT Jean-Michel	Professeur de Chimie Thérapeutique/UFR Pharmacie Université de Nantes
8-Dr ZIME DIAWARA H. Hermine	Maître-Assistant de Pharmacie Galénique à l'Université Joseph KI-ZERBO ; Burkina-Faso
9-Dr OUATTARA Mahama.....	Maître de Conférences Agrégé de Chimie Médicale à l'Université Félix HOUPHOUËT BOIGNY
10-Dr SANGARE Béatrice.....	Maître de Conférences Agrégé de Toxicologie à l'Université Félix HOUPHOUËT BOIGNY

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

B- COLLABORATEURS NATIONAUX

1- Dr LOKO Frédéric Simplice	Professeur Titulaire de Biochimie à l'Ecole Polytechnique de l'UAC
2–Dr AHISSOU Hyacinthe.....	Professeur Titulaire de Biochimie à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UAC
3–Dr GBENOU Joachim	Professeur Titulaire de Chimie Organique à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UAC
4- Dr OUENDO Edgard-Marius.....	Professeur Titulaire en Santé Publique, Epidémiologie (IRSP)

DECEMBRE 2020

5- Dr KPATCHAVI Adolphe.....	Professeur Titulaire en Sociologie Anthropologie
6- Dr AGUEH Damienne Victoire.....	Professeur Titulaire en Santé Publique, Epidémiologie (IRSP) ; Maître ès Sciences en Nutrition
7–Dr JOSSE Roger Gérard	Professeur Titulaire de Chimie Analytique à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UAC
8–Dr GBAGUIDI Fernand	Professeur Titulaire de Chimie Organique à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UAC
9–Dr WOTTO Valentin	Professeur Titulaire de Chimie Physique à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UAC
10- Mr ATOHOUN Guy	Professeur Titulaire de Chimie Minérale
11- Dr EZIN Eugène.....	Professeur Titulaire en Informatique à l'Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques de l'UAC
12– Dr OGOUYANDJOU Simplice.....	Maître de Conférences en Mathématiques
13- Dr KPOVIESSI Salomé	Professeur Titulaire en Chimie Organique à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UAC
14- Dr DJEGO Gaudens	Professeur Titulaire en Ecologie/Botanique
15- Mr AGBANI Benoît	Maître Assistant de Physique à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UAC
16- Dr MEDEGAN FAGLA Sèdami Romarique.....	Maître-Assistant en Chimie Organique.

C- AUTRES ENSEIGNANTS ASSOCIES

1 - Mr JADIN Olivier	Kinésithérapie
2 - Mr YEHOUESSI Jacques	Soins infirmiers
3 - Mme QUENUM Marie	Soins Infirmiers
4 - Mr AFANUH Matthew.....	Anglais
5- Dr HENADOU Martin	Législation Pharmaceutique
6 - Dr AHLONSOU Prosper	Législation Pharmaceutique
7 - Mr ANANI Yves.....	Techniques de kinésithérapie passive
8 - Mr ASSOGBA Franck.....	Techniques de kinésithérapie active
9 - Mr GNIMASSOU Karol.....	Techniques de kinésithérapie respiratoire
10- Mme DJIVOH Yolande.....	Périnéologie

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

DECEMBRE 2020

11- Mr AHO Audrey	Electrothérapie
12 - Dr HOUNGBEDJI Germain	Analyse du mouvement, Biomatériaux et Thérapie Manuelle Orthopédique
13 - Mr SOGBOSSI Emmanuel.....	Anatomie palpatoire
14 - Mme ZOUNON Diane.....	Analyse du mouvement
15 - Mr OLOUKA Jean.....	Techniques de kinésithérapie en neurologie adulte
16 - Mme BABI Josiane.....	Techniques de kinésithérapie en neurologie-pédiatrie
17 - Mr ACAKPO Alfred.....	Nutrition
18- Mr KADI Christophe.....	Anglais
20 - Mr DJOSSOU A. K. Alfred.....	Anglais
21 - Mr SOUMANOU Mohamed.....	Technologie alimentaire
22 - Mr ABOU Adam.....	Technologie alimentaire
23 - Mme CAPO-CHICHI Callinice.....	Biologie moléculaire
24 - Mr SANNI Ambaliou.....	Biologie moléculaire
25 - Dr ALASSANI Adébayo.....	Médecine interne/Nutrition
26 - Mr MIKODE Denis.....	Nutrition
27 - Mme LOKOSSOU Céline.....	Nutrition
28 - Mme HOUNGBO Hermance.....	Nutrition
29 - Mr ADOMAHOU David.....	Nutrition
30 -Mme DOSSOU-SINTONDJI Reine.....	Nutrition
31- Dr SOSSA Charles.....	Nutrition
32 - Mr HESSOU Joseph.....	Nutrition
33 - Mme MELOME Marie Constance	Communication
34 - Mme COSSI Reine.....	Méthodologie
35 – Dr MOROU Karim	Nutrition
36– Dr AZANDJEME Colette	Nutrition
39-Mme Napporn Clarisse.....	Psychologie Sociale, (Maître-assistant à la FLASH)

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

DECEMBRE 2020

40 - Mr AÏHOU Mamère.....	Finances Publiques
41 -Mr AMOUSSOU YEYE Denis	Psychologie générale, Psychologie du couple
42- Dr BODEA Gilbert	Méthodologie de la recherche, Sociologie de la famille
43 - Mr ZANNOU Jules.....	Droit Administratif et Constitutionnel
44 - Mr KEKE Jean-Claude.....	Economie
45 - Mr AVOCE Viagamou.....	Economie
46- Mr EKPINSE Emile.....	Rédaction administrative
47 - Mme SAGBOHAN Mireille.....	Economie Familiale, Economie Sociale
48- Mr HOUEDJISSIN Benoit.....	Déviance et délinquance juvénile
49 - Mme AKINHOLA Valérie.....	Méthodologie d'intervention, intervention sociale d'aide à la personne
50 - Mme IDOSSOU Valérie.....	Introduction à la politique sociale, politique de protection des personnes âgées, cadre théorique, service social de groupe
51- Mr ADJAÏ Olivier.....	Politique de protection sociale de l'enfant
52 - Mr TONI Mathias.....	Politique de la jeunesse, Politique de protection sociale des personnes handicapées
53- Mr COMAHOUE Franck	Politique de protection sociale de l'enfant, TD devoir médico-social (Méthodologie d'intervention)
54- Mme SESSOU Fidélia	TD Devoir social (Méthodologie d'intervention)
55- Dr de SOUZA PélagieLéchidia.....	Socio-Anthropologie Générale
56 - Mr SOSSOU Janvier	Technique d'animation
57 - Mr HOUNTONDJI Albert	Droit du travail
58 - Mr HOUNTONDJI Jules	Service social communautaire
59- Mr ALADATIN Prévert	Droit Pénal Général, Procédure Pénal
60 - Dr IBIKUNLE Charles	Introduction au Droit, Droit civil
61 - Mme TCHIBOZO Pauline	Intervention d'aide à la personne
62- Mr ATODJINOU Candide	Statistique
63- Mr AKOCHAYE Nicolas	Démographie
64 - Dr VISSOH Séraphin.....	Méthodologie de la Recherche

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

DECEMBRE 2020

65 – Mr GBEHINTO Bruno	Gestion de projet
66- Mr NANSI Célestin	Sécurité Sociale
67- Mr AGBOGBE Nestor	RBC et Pédiatrie Sociale
68- Mme DARBOUX Marie Antoinette Brigitte.	Littérature Anglaise et Américaine

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

Professeur Delphin K. MEHINTO

DECEMBRE 2020

DEDICACES

- **A mes parents SEIBOU Souradjou et ALASSANE Safia**

Affables, aimables et honorables : Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Vos prières et bénédictions m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Recevez ce travail en témoignage de mon profond amour, de ma profonde gratitude et comme le fruit de vos sacrifices et efforts conjugués.

- **A ma grand-mère maternelle**

Quoique je puisse dire, je ne peux exprimer tous mes sentiments d'affection, de reconnaissance et de respect à ton égard.

Puisse Dieu te procurer une longue vie avec une excellente santé afin que tu puisses bénéficier des fruits de ce diplôme.

- **A mes oncles et tantes**

En votre compagnie, j'ai toujours senti cette ferveur familiale et votre soutien a été sans faille.

Recevez ce travail comme le vôtre.

- **A mon parrain MOHAMEDE Kédir**

Merci pour tout cet appui tout au long de ma formation.

Recevez ce travail comme le vôtre.

- **A mes jeunes frères et sœurs SEIBOU Yasmine, SEIBOU Ramdane, SEIBOU Anwarou, SEIBOU Faizou et Faizath, SEIBOU Mouhamed, TOURE Adnane, TOURE Badrane et TOURE Nafiou**

Merci pour vos prières et encouragements. Recevez ce travail comme le fruit de vos multiples vœux.

Puisse le seigneur vous assister dans la suite de vos études.

- **A mes cousins et cousines ALASSANE Sabirou, ALASSANE Yasminath et ALASSANE Nazif**

En votre compagnie, j'ai toujours senti cette ferveur familiale et cette convivialité fraternelle. Votre soutien a été sans faille.

Recevez ce travail comme le vôtre.

- **Au Docteur TOUKOUI Périclès**

Cher ainé, plus qu'un mentor, tu es pour moi un frère. Tu m'as prouvé que la fraternité va au-delà des liens de sang. Tes conseils avisés, ta dextérité, ta rigueur et ton ouverture d'esprit font de toi un mentor exemplaire.

Merci pour ton soutien indéfectible.

- **Aux Docteurs DJAOUGA Salim et HOUDEFFO Charles Lebon**

Chers ainés, les moments passés à vos côtés depuis ma 4ème année et 6ème année de médecine respectivement, m'ont façonné et ont contribué sans aucun doute à mon essor dans le circuit académique.

Vous aviez été et vous l'êtes toujours, une source d'inspiration et de motivation pour moi, des modèles que je m'efforce de suivre.

- **A mes amis de la FSS et à mon groupe de stage d'internat**

ODOI Brouhane, AGORO Fadel, ASSOCLE Romuald, KIKI-MIGAN Yanick, AGOSSOU Marthe, ZINSOU Bénie, GBENOU Férol, ZOMAKPE Michelle, ADISSO Yasmine, ELEGBEDE Fidélia, ALLABI Hermeline, AFFOMASSE Candide, MAGAGI Mounirath, LOKOSSOU Crédo, ASSEVI Annabelle, LEDEWA Justin, TAMEGNON Mariette, Henock TONOKOUIN.

En témoignage de l'amitié qui nous unit, des souvenirs de tous les moments que nous avions passés ensemble, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et une belle carrière.

- **A mes Chers compagnons et amis**

TRAORE Malik, TRAORE Saoud, SEIBOU Mouhamed, ABOU Souraka, GBOSSOU Charles, ADJELE Raouf, MAMAM Badilath, TRAORE Kassifou, ABDOUL KARIMOU Alwanou, MAMAM Aicha, SALIFOU Mousliha, TRAORE Azarath, SAMBO Falila, DAFIA Alima Sadiath, GBADOU Romuald, KOUAGOU Edmond. Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées. Vous êtes pour moi des frères, sœurs, des amis et compagnons sur qui je peux compter.

Je vous dédie ce travail en témoignage de votre soutien sans faille.

- **A tous mes camarades de la 42ème promotion de médecine de la faculté des sciences de la santé,**

Brillante carrière à vous.

REMERCIEMENTS

- **A tous les médecins ayant participé à cette étude,**

Sans votre accord, cette étude n'aurait pas abouti. Sincères remerciements à vous.

- **A tout le personnel du service de la radiologie du CNHU-HKM,**

Merci pour votre disponibilité et votre aimable collaboration.

- **A mon oncle ALASSANE Nazirou et à sa femme ALASSANE Hawa,**

Pour le soutien, les sacrifices et l'affection dont vous avez fait preuve envers moi, pendant ces longues et pénibles années d'études médicales, cette œuvre est aussi la vôtre. Les mots me manquent pour vous témoigner ma profonde gratitude et mes sincères reconnaissances. Que notre famille se maintienne et demeure unie à jamais.

Que Dieu vous bénisse.

- **A monsieur TAIROU Razack,**

Les mots me manquent pour vous témoigner ma profonde gratitude et mes sincères reconnaissances. Votre assistance à travers ces forfaits mensuels réguliers m'a permis de venir à bout des difficultés durant mon cursus académique.

Le seigneur vous garde et vous le rende aux centuples.

- **A KPODANYESSI Joël, AKOTCHAYE Aurel Marc et HOUNKPE Abel**

Vous aviez fait preuve d'abnégation et d'endurance particulières durant l'enquête.

Merci pour tout.

HOMMAGES

- **A tous nos maitres de la Faculté des Sciences de la Santé,**

Chers maitres, par votre rigueur scientifique et votre dévouement, vous avez fait de cette faculté une référence sous régionale. Veuillez trouver ici, l'expression de notre profonde admiration.

HOMMAGES RESPECTUEUX

- **A notre maître et directrice de thèse, le maître de conférences agrégé YEKPE AHOUANSOU Patricia,**

Cher maître, nous avons eu le privilège de travailler avec vous et d'admirer vos qualités et valeurs. Votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir nous ont énormément marqué et constituent pour nous un exemple que nous nous efforcerons de suivre. Veuillez trouver ici, l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour vos qualités scientifiques et humaines.

HOMMAGES RESPECTUEUX

- **A notre maître et co-directrice de thèse, le Maitre-assistante Docteur ADJADOHOUN Mahussi Sonia,**

Cher maître, nous avons été honorés par votre sens d'écoute, de partage, du travail bien fait et par votre sollicitude. Votre disponibilité, votre investissement et vos conseils ont permis l'aboutissement de ce travail.

HOMMAGES RESPECTUEUX

- **A notre président de jury,**

Vous nous faites l'honneur d'accepter avec une très grande amabilité de présider notre jury de thèse. Veuillez accepter ce travail cher maître en gage de notre grand respect et notre profonde reconnaissance.

HOMMAGES RESPECTUEUX

- **Aux membres du jury,**

Vous nous avez honorés en acceptant de siéger pour notre jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de notre grand respect et nos vifs remerciements.

HOMMAGES RESPECTUEUX.

LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SYMBOLES

<	: Inférieur
≤	: Inférieur ou égal
>	: Supérieur
≥	: Supérieur ou égal
%	: Pourcentage
+	: Plus (addition)
-	: Moins (Soustraction)
ADN	: Acide désoxyribonucléique
AEN	: Agence pour l'énergie nucléaire
AIEA	: Agence internationale de l'énergie atomique
ALARA	: As Low As Reasonably Achievable
ANSR	: Autorité Nationale de Sureté Radiologique et de Radioprotection
BEIR	: Biological Effects of Ionizing Radiation
CAD	: Computer Aided Diagnosis
CAP	: Connaissance-Aptitude-Pratique
CHD	: Centre Hospitalier Départemental
CHU-MEL	: Centre Hospitalier et Universitaire de la Mère et de l'Enfant Lagune

CHUZ : Centre Hospitalier et Universitaire de Zone

CIPR : Commission Internationale de Protection Radiologique

CNHU-HKM : Centre National Hospitalier et Universitaire Hubert KOUTOUKOU MAGA

CNHU-PC : Centre National Hospitalier et Universitaire de Psychiatrie de Cotonou

CNHU-PPC : Centre National Hospitalier et Universitaire de Pneumo-Phtisiologie de Cotonou

DATR : Directement Affectés aux Travaux sous Rayonnements

DDS : Direction départementale de la santé

DL : Dose Létale

e : Electron

EPC : Equipement de protection collective

EPI : Equipement de protection individuelle

eV : Electron – Volt

FM : Faculté de médecine

FSS : Faculté des sciences de la santé

Gy : Gray

GBU : Guide de bon usage

HIA : Hôpital d'instruction des armées

HZ : Hôpital de zone

ICRU : Commission Internationale des Unités et mesures Radiologiques

IRM : Imagerie par résonnance magnétique

IRPA : Association Internationale de Radioprotection

KeV : Kilo Electron – Volt

KV : Kilo - Volt

m : Mètre

m² : Mètre carré

mA : Milli Ampère

MERM : Manipulateur en ElectroRadiologie Médicale

MeV : Méga Electron – Volt

mm : Millimètre

ms : Milli Seconde

mSv : Milli Sievert

n : Neutron

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORL : Oto-Rhino-Laryngologie

p : Proton

Pb : Plomb

PCR : Personne Compétente en Radioprotection

PSRPM : Personne Spécialisée en Radiophysique Médicale

RGPH : Recensement global de la population et de l'habitation

RI : Rayonnements Ionisants

RLSS : Risque linéaire sans seuil

RSNA : Radiological society of north America

RxT : Radiographie du thorax

s : Seconde

SFBMN : Société Française de Biophysique et de médecine nucléaire

SFR : Société Française de Radiologie

Sv : Sievert

TDM : Tomodensitométrie

TEP : Tomodensitométrie par émission de positons

UNSCEAR : United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (Comité Scientifique des Nations Unies pour l'Etude des Effets des Rayonnements Ionisants)

V : Volts

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Facteur de pondération tissulaire WT…….. **19**

Tableau II : Signes lors d'une irradiation globale selon la dose…… **23**

Tableau III : Signes lors d'une irradiation partielle sur les organes selon la dose ……... **24**

Tableau IV : Répartition des variables explicatives selon leurs types et leurs modalités …… **38**

Tableau V : Caractéristiques sociodémographiques des prescripteurs enquêtés à Cotonou, en 2020…….. **43**

Tableau VI : Répartition des prescripteurs selon leur faculté de formation de médecine de base, à Cotonou en 2020…… **44**

Tableau VII : Répartition selon la spécialité des médecins prescripteurs, à Cotonou en 2020…… **45**

Tableau VIII : Répartition selon l'expérience professionnelle des médecins prescripteurs enquêtés, à Cotonou en 2020……..... **46**

Tableau IX : Répartition des prescripteurs selon la formation sur la radioprotection des patients, à Cotonou en 2020…… **48**

Tableau X : Répartition des prescripteurs selon leurs moyens d'informations sur la radioprotection, à Cotonou en 2020……... **48**

Tableau XI : Répartition selon les examens jugés irradiants par les prescripteurs enquêtés, à Cotonou en 2020……. **49**

Tableau XII : Répartition selon le tissu jugé le plus sensible aux radiations ionisantes par les prescripteurs, à Cotonou en 2020…… **50**

Tableau XIII : Répartition des prescripteurs selon la réponse au risque potentiel de cancer radio-induit directement imputable à la réalisation d'un seul scanner abdominopelvien standard, à Cotonou en 2020…….. **50**

Tableau XIV : Répartition des niveaux de connaissance en matière sources et effets délétères des rayonnements ionisants selon les qualifications professionnelles, à Cotonou en 2020…… **52**

Tableau XV : Répartition des prescripteurs selon les moyens individuels de protection contre les rayonnements ionisants, à Cotonou en 2020…… **53**

Tableau XVI : Répartition des prescripteurs selon les moyens collectifs de protection contre les rayonnements ionisants, à Cotonou en 2020…… **54**

Tableau XVII : Répartition du niveau de connaissance des prescripteurs en matière de protection contre les rayonnements ionisants selon les qualifications professionnelles, à Cotonou en 2020…….. **55**

Tableau XVIII : Répartition des prescripteurs selon leurs réponses à propos de la dose de rayonnements reçue (en msv) lors de la réalisation d'une radiographie thoracique de face, à Cotonou en 2020…… **56**

Tableau XIX : Répartition des prescripteurs selon l'ordre d'irradiation d'un scanner thoracique standard par rapport à une radiographie du thorax (RxT) de face à Cotonou en 2020……. **57**

Tableau XX : Répartition du niveau de connaissance des prescripteurs en matière de dose de rayonnements reçue lors de certains examens courants d'imagerie selon les qualifications professionnelles, à Cotonou en 2020…… **59**

Tableau XXI : Répartition des prescripteurs selon les informations sur un bon d'examens radiologiques à Cotonou en 2020……. **60**

Tableau XXII : Répartition des prescripteurs selon les informations données aux patients à propos des risques des rayons X, à Cotonou en 2020……. **61**

Tableau XXIII : Précautions prises par les prescripteurs en cas de prescription d'un scanner abdomino-pelvien à une femme en âge de procréer, à Cotonou en 2020……. **62**

Tableau XXIV Répartition des prescripteurs selon leurs réponses par rapport à la prise ou non de précautions particulières lors de la prescription d'un scanner des sinus à une femme en âge de procréer, à Cotonou en 2020……. **63**

Tableau XXV Répartition du niveau de connaissance globale des prescripteurs selon les qualifications professionnelles, à Cotonou en 2020…….. **65**

Tableau XXVI Suggestion des prescripteurs pour l'amélioration de la radioprotection dans les centres hospitaliers de Cotonou en 2020……. **67**

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Tube radiogène …….. **8**

Figure 2 : Un spectre global d'émission des rayons …….. **9**

Figure 3 : Effet photoélectrique ……. **11**

Figure 4 : Effet Compton …… **12**

Figure 5 : Effet de matérialisation ou de création de paires ……. **12**

Figure 6 : Formation de l'image radiologique (Chaîne radiologique) **13**

Figure 7 : Eventualités à la suite des lésions de l'ADN …… **22**

Figure 8 : Schéma relationnel entre les institutions de règlementation de radioprotection …… **27**

Figure 9 : Diagramme de flux ……. **42**

Figure 10 : Répartition des prescripteurs selon leur structure de fonction à Cotonou en 2020. …….. **47**

Figure 11 : Répartition des prescripteurs selon le niveau de connaissance en matière de sources et des effets délétères des rayonnements ionisants à Cotonou en 2020…… **51**

Figure 12 : Répartition des prescripteurs selon le niveau de connaissance en matière de protection contre les rayonnements ionisants, à Cotonou en 2020…….. **54**

Figure 13 : Répartition des praticiens selon le niveau de connaissance en matière de dose de rayonnements reçue lors des examens courants de radiologie, à Cotonou en 2020…… **58**

Figure 14 : Répartition des prescripteurs selon le niveau de connaissance en matière de rédaction et de justification des examens d'imagerie, à Cotonou en 2020…….. **64**

Figure 15 : Répartition des prescripteurs selon le niveau de connaissances globale en matière de radioprotection des patients, à Cotonou en 2020…….. **64**

Figure 16 : Répartition des prescripteurs selon l'appréciation de la radioprotection dans leurs structures hospitalières…….. **66s**

PAR DELIBERATION, LA FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE DE COTONOU A ARRETE QUE LES OPINIONS EMISES DANS CETTE THESE N'ENGAGENT QUE SON AUTEUR.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

1. GENERALITES 5

2. CADRE ET METHODES D'ETUDE 33

3. RESULTATS 41

4. DISCUSSION 68

CONCLUSION ET SUGGESTIONS 83

REFERENCES 87

ANNEXES ..... A

TABLE DES MATIERES ..... a

INTRODUCTION

Les rayons X ont été découverts par le physicien allemand Wilhelm Conrad Röntgen en 1895. Rapidement, les médecins comprennent l'utilité des rayons X dans leur pratique et la radiographie devient un outil indispensable **[1]**. Son usage par le biais de l'imagerie médicale est devenu central et indispensable dans la prise en charge des patients en médecine **[2]**. Parallèlement, le nombre d'actes utilisant les rayons X ne fait qu'augmenter. Ainsi, l'irradiation issue des actes médicaux représente 99,99% de l'exposition aux rayonnements ionisants de source anthropogénique reçue par la population mondiale **[3]**. D'ici quelques années, cette exposition serait bientôt plus élevée que l'irradiation provenant des sources naturelles comme l'irradiation cosmique ou encore la radioactivité des sols et des eaux **[3].** En 2007, plus de 4 milliards d'examens radiologiques ont été effectués dans le monde **[3].** L'exemple des Etats-Unis est encore plus préoccupant puisque en cette même année 2007, ce sont 72 millions d'examens de scanner qui ont été dispensés à la population **[4].** En France, ce sont 8,5 millions de scanners qui ont été réalisés en 2012, avec une progression de 12 % du nombre d'actes de scanographie entre 2007 et 2012 **[5,6].** Pourtant le scanner comme les autres examens d'imagerie utilisant les rayons X, sont des techniques d'imagerie irradiantes. Même si les doses délivrées au cours de ces examens restent faibles, de l'ordre de quelques milli Sievert, le lien entre les faibles doses de rayons X et le risque potentiel de cancer radio-induit a été établi par plusieurs publications **[7,8].** En particulier, la conférence de consensus Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR)VII **[9]** qui s'est tenue en 2006 et qui s'appuyait sur les estimations les plus récentes et complètes en matière de risque de cancer suite à l'exposition à de faibles doses de rayonnements ionisants soutient un modèle de risque linéaire sans seuil (RLSS). Cela signifie que le risque de cancer causé par de faibles doses de rayonnements ionisants augmente de façon linéaire et ne connaît pas de seuil.

De ce fait, la plus petite dose de rayons X a le potentiel de provoquer une légère augmentation du risque de cancer radio-induit chez l'homme. En utilisant

cette RLSS, des auteurs ont ainsi estimé le risque de cancer radio-induit lié à la réalisation d'un seul scanner abdominopelvien standard à environ 1/1000 **[8].** Ce risque important reste toutefois un risque maximal théorique. D'autres auteurs estiment pour leur part soit qu'un tel risque n'existe pas, soit qu'il est largement surestimé **[10,11].** L'absence de preuves scientifiques formelles allant dans un sens ou dans l'autre impose de suivre un principe de précaution et aboutit à la nécessité de réduire au maximum les doses délivrées aux patients. Ce principe de précaution, « **As Low As Reasonably Achievable (ALARA)** » (aussi bas que raisonnablement possible) est le socle de la radioprotection des patients. Elle est régie par deux principes qui sont le principe de justification des expositions qui est une analyse du rapport bénéfices/risques lié à l'exposition médicale aux rayonnements ionisants et le principe d'optimisation des expositions qui consiste à délivrer la dose de rayonnement au niveau le plus bas que raisonnablement possible en fonction de l'objectif visé **[12].**

Tandis que la communauté radiologique est de plus en plus sensibilisée à l'optimisation des doses délivrées lors de l'acquisition des examens d'imagerie irradiants, la justification des examens d'imagerie irradiants est une responsabilité partagée entre les prescripteurs et les radiologues **[13].** Le suivi de ce principe de justification par les médecins prescripteurs nécessite toutefois qu'ils soient sensibilisés à la problématique de la radioprotection des patients. Pourtant, de nombreuses études, principalement réalisées sur des populations de médecins hospitaliers, montrent un manque de connaissance de la part des médecins prescripteurs en matière de radioprotection des patients, tant sur le niveau des doses délivrées que sur les risques potentiels de cancer radio-induit qui en découlent **[14–16]** avec une tendance à la surutilisation évaluée entre 20 et 50% selon un rapport de la Radiological Society of North America (RSNA) **[17].** Des études réalisées dans la plupart des pays de la sous-région sont arrivées sur des conclusions similaires **[18–21].**

Au Bénin, dans le département du Borgou au nord du pays, une étude sur le niveau de connaissance des praticiens hospitaliers réalisée en 2018 avait retrouvé un niveau global mauvais des connaissances en matière de radioprotection **[22].** Mais aucune étude pareille n'avait été effectuée dans le sud. C'est ce qui a motivé la réalisation de cette présente étude qui s'intègre donc dans le cadre des études multicentriques et porte sur : **Connaissances des prescripteurs d'examens irradiants en matière de radioprotection des patients dans les centres hospitaliers du littoral.**

Objectifs

a. Objectif général

Évaluer les connaissances des prescripteurs d'examens irradiants en matière de radioprotection des patients dans les centres hospitaliers du littoral.

b. Objectifs spécifiques

1) Décrire les caractéristiques sociodémographiques et individuelles des prescripteurs d'examens irradiants de ces centres.
2) Déterminer le niveau de connaissance des prescripteurs en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants ainsi que les moyens de protection contre les rayonnements ionisants.
3) Déterminer le niveau de connaissance des prescripteurs en matière de dose de rayonnements reçue lors de certains examens courants de radiologie.
4) Déterminer le niveau de connaissance des prescripteurs en matière de rédaction et de justification des examens d'imagerie.
5) Apprécier le niveau de connaissance globale des prescripteurs d'examens irradiants des centres hospitaliers du Littoral.

1. GENERALITES

1.1. Définitions des concepts

1.1.1. Atome

L'atome est la plus petite unité indivisible de la matière. Il est constitué d'un noyau renfermant un assemblage de protons (p) et de neutrons (n), entouré d'un cortège d'électrons (e) **[23].**

1.1.2. 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 **[24].** Ces désintégrations peuvent se produire dans des corps rencontrés dans la nature : on parle de la radioactivité naturelle. Elles peuvent être provoquées par des actions de l'homme : on parle de la radioactivité artificielle **[25]**.

1.1.3. Rayonnement

Le rayonnement est un processus d'émission ou de transmission d'énergie par une source et se déplace à travers un support comme l'air sous forme de particules ou d'ondes électromagnétiques ou d'ondes acoustiques. Il comprend les radiations électromagnétiques telles que les ondes radio, les infras rouges, la lumière, rayons X et rayons Gamma et les radiations particulaires à savoir particules alpha, bêta, neutrons. On distingue deux grands types de rayonnements : les rayonnements ionisants et les rayonnements non ionisants **[26,27]**.

1.1.4. Rayonnements ionisants

Ce sont des rayonnements qui possèdent suffisamment d'énergie pour arracher les électrons de leur orbite autour des atomes et perturber l'équilibre entre électrons et protons, ce qui a pour effet de charger positivement l'atome.

Les molécules et les atomes chargés électriquement portent le nom d'ions. Il existe plusieurs types de rayonnement ionisant dont les principaux sont les suivants : rayonnement Alpha, rayonnement bêta, rayonnement gamma, le rayonnement neutronique et les rayons X **[26,27]**.

1.1.5. Rayons X

Les rayons X sont des rayonnements électromagnétiques de longueur d'ondes très courte et donc très pénétrants, issus du cortège électronique d'un matériau bombardé par des électrons accélérés par une haute tension électrique **[28,29]**.

1.1.6. Imagerie médicale

Elle regroupe l'ensemble des techniques de diagnostic médical qui permettent d'acquérir et de traiter des images du corps humain par des sources variées : les rayons X (la radiographie, le scanner), les ultrasons (l'échographie), le champ magnétique (l'imagerie par résonance magnétique), l'imagerie hybride (la tomographie par émission de positons parfois couplée au scanner ou à l'imagerie par résonance magnétique) **[30-33]**.

1.1.7. Radiobiologie

La radiobiologie est l'étude de l'action des rayonnements ionisants sur les organismes vivants **[34]**.

1.1.8. Radioprotection

Elle est l'ensemble des règles, des procédures, des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, y compris les atteintes portées à l'environnement, tout en permettant de les utiliser **[35,36]**.

1.2. Les rayons X

1.2.1. Production

Les rayons X sont produits dans des tubes à rayons X ou tube de Coolidge (figure 1). Il s'agit d'une enceinte de verre où règne un vide poussé et dans lequel se trouvent deux électrodes : l'anode ou l'anticathode et la cathode. Le principe de production est le suivant : des électrons émis par une cathode par effet thermoélectronique (un filament, le plus souvent en tungstène, chauffé par le passage d'un courant électrique) sont accélérés par une différence de potentiel élevée (de 10 à 150 kV) en direction d'une cible constituée d'une anode en tungstène **[37].**

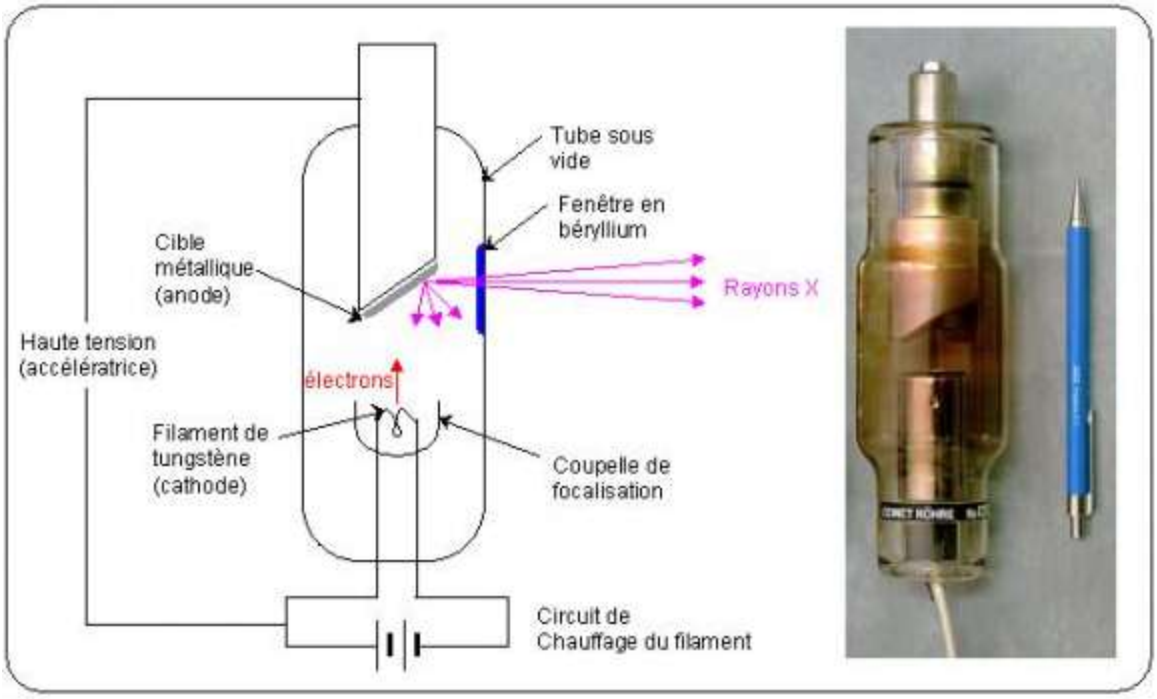


Figure 1: Tube radiogène **[37]**

Les rayons X sont émis par la cible selon deux mécanismes :

D'une part, le freinage des électrons par les atomes de la cible et leur déviation créent un rayonnement continu. L'électron incident arrive sur la cible et est dévié du fait de la charge positive du noyau, donc ralenti. L'énergie de freinage est dégagée sous forme d'un photon X ou de chaleur si l'énergie est

faible. L'électron continue sa course sur une autre trajectoire ayant été dévié par le freinage, jusqu'à l'atome suivant où il produira un autre photon X : rayonnement de freinage (Bremsstrahlung).

D'autre part, les électrons accélérés ont une énergie suffisante pour exciter certains des atomes de la cible en perturbant leurs couches électroniques internes. Ces atomes excités émettent des rayons X en retournant à leur état fondamental : rayonnement de fluorescence. La figure 2 présente le spectre d'émission globale des rayons X

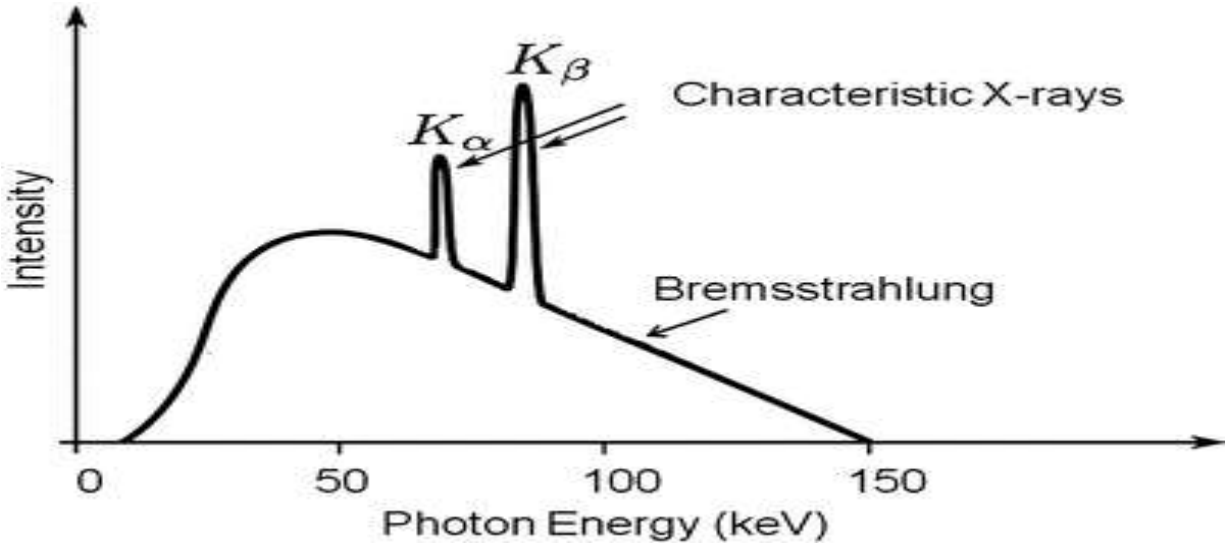


Figure 2: Un spectre global d'émission des rayons **[38]**

1.2.2. Caractéristiques

Les rayons X sont des rayonnements électromagnétiques constitués d'une onde électrique et d'une onde magnétique perpendiculaires entre elles qui vibrent à une même fréquence. Ce sont des rayonnements non particulaires ne possédant ni masse ni charge. Les rayons X sont invisibles à l'œil humain, inodores et non audibles. Ils sont mis en évidence par des détecteurs spécifiques. Leur courte longueur d'onde (≤ 0,1 nm) leur confère une énergie minimale de 12,4 eV. Les rayons X, bien que ne possédant pas de charge, sont susceptibles d'ioniser la matière dès lors que leur énergie atteint 13,6 eV. Ils sont dits indirectement ionisants **[39,40]**.

1.2.3. Propriétés

1.2.3.1. Propagation des rayons X

Les rayons X peuvent se propager dans le vide et dans tout milieu matériel. Durant leur propagation, ils sont soumis à des phénomènes de dispersion (loi de l'inverse du carré de la distance), d'amortissement (loi d'atténuation) et subissent des interactions avec la matière **[34,41,42]**

- **Loi de l'inverse du carré de la distance**

Cette loi stipule que l'intensité des rayons X (**I**) est inversement proportionnelle au carré de la distance (**d**) entre une position de référence et une position quelconque des rayons X.

$$\mathbf{I = k.Io/d^2}, \text{ avec}$$

(Io : intensité à la position référence, **I** : intensité à une position à la distance **d**, **K**: constante de proportionnalité)

- **Loi d'atténuation**

Les rayons X ont la propriété d'être atténués par la matière : on parle aussi d'amortissement ou d'absorption. La matière, du fait de sa densité est caractérisée par un coefficient d'atténuation linéique (**μ**). L'expression de l'intensité résiduelle (**Ir**) des rayons X ayant pour intensité initiale **Io** après la traversée d'une épaisseur (**x**) de matière est donnée par :

$$\mathbf{Ir = Io.e^{-\mu x}}$$

1.2.3.2. Interaction des rayons X avec la matière

L'interaction des rayons X avec la matière se traduit par trois types d'effet de prédominance variable suivant l'énergie des rayons X **[23,43]**.

1.2.3.2.1. Effet photoélectrique

L'effet photoélectrique prédomine aux faibles énergies < 100 keV. Le photon entre en collision avec un électron des couches internes de l'atome. L'énergie du photon incident est transférée totalement à l'électron qui est éjecté

de sa couche. Le retour de l'atome à l'état fondamental s'accompagne d'une émission d'énergie sous forme d'un photon de fluorescence ou d'un électron Auger (figure 3) **[34]**.

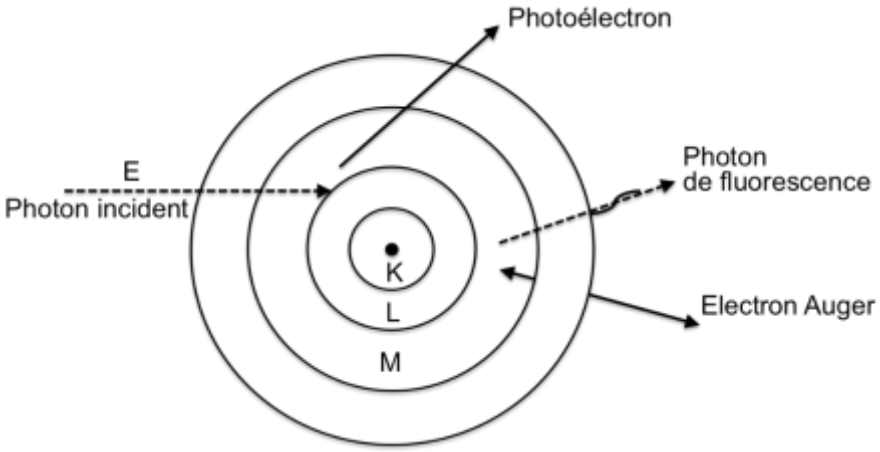


Figure 3: Effet photoélectrique **[34]**

1.2.3.2.2. Effet Compton

L'effet Compton survient de façon prédominante pour les rayons X d'énergie comprise entre 100 keV et 10 MeV. Le photon entre en collision avec un électron libre ou faiblement lié auquel il cède une partie de son énergie. L'énergie du photon diffusé est proportionnelle à l'énergie et l'angle de diffusion du photon incident. Elle est maximale quand cet angle est égal à 180° (figure 4) **[34]**.

$$Eélectron\ Compton = \frac{E\gamma}{1 + moC^2/E\gamma(1 - Cos\theta)}$$

$E_{Photon\ Incident} = E_{Photon\ diffusé} + E_{Electron\ Compton}$

$E_{Photon\ Incident} = Ey$

m_o= masse de l'électron Compton

C= Célérité de la lumière

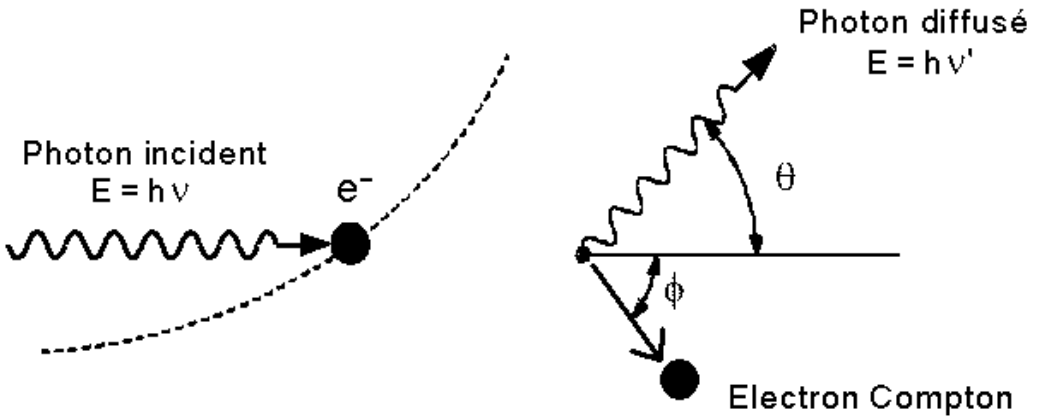


Figure 4: Effet Compton **[34]**

1.2.3.2.3. Effet de matérialisation

Les rayons X de haute énergie (> 1.022MeV) traversent tout le cortège électronique et au voisinage du noyau, libèrent deux particules de charges opposées en opposition de phases : un positon et un négaton (Figure 4). On parle aussi d'**effet de création de paires**. Ces particules peuvent ioniser à leur tour la matière. Cet effet est exceptionnel dans le domaine du radiodiagnostic **[34]**.

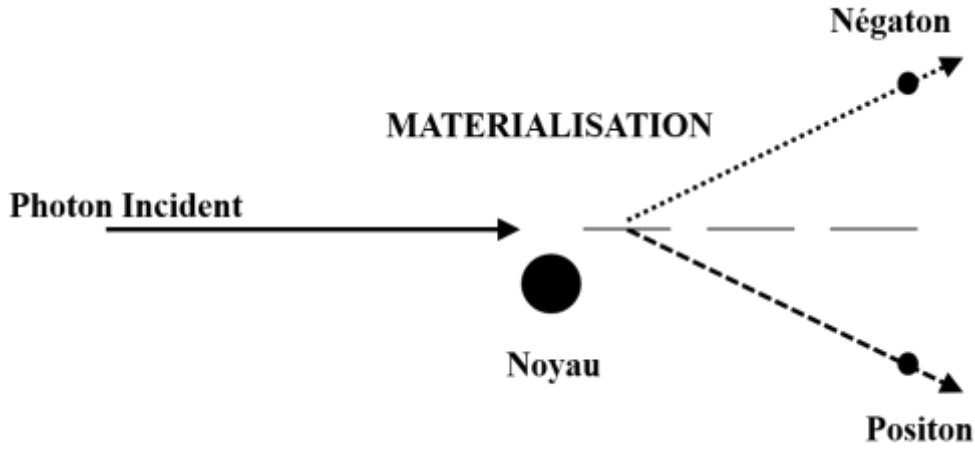


Figure 5: Effet de matérialisation ou de création de paires **[34]**.

1.3. Applications médicales des rayons X

Les rayons X par leurs nombreuses applications ont considérablement révolutionné le monde médical.

1.3.1. Radiodiagnostic médical

1.3.1.1. Formation de l'image radiographique [44]

Pour obtenir une image en radiologie, la chaîne radiologique (Figure 6) est constituée par :

- Le foyer : c'est la source des RX, ici le tube à rayons X ;
- L'objet : représenté par le corps du patient et
- Le récepteur : de forme rectangulaire orienté de façon orthogonale au faisceau de RX. Il s'agit le plus souvent d'un système de cassettes comprenant un écran scintillateur et un film radiologique.

Après l'exposition aux rayons X de l'objet, il se produit l'image radiante (invisible), due à l'atténuation différentielle du faisceau de rayons X par le segment exploré sur le patient. L'image radiographique est donc l'ombre projetée de l'objet plus ou moins transparent et plus ou moins opaque aux RX. Cette image est rendue visible soit par traitement physico-chimique du film encore appelé développement (radiologie analogique), soit par des procédés informatiques (radiologie numérique). Elle contient les informations radiologiques utiles au diagnostic.

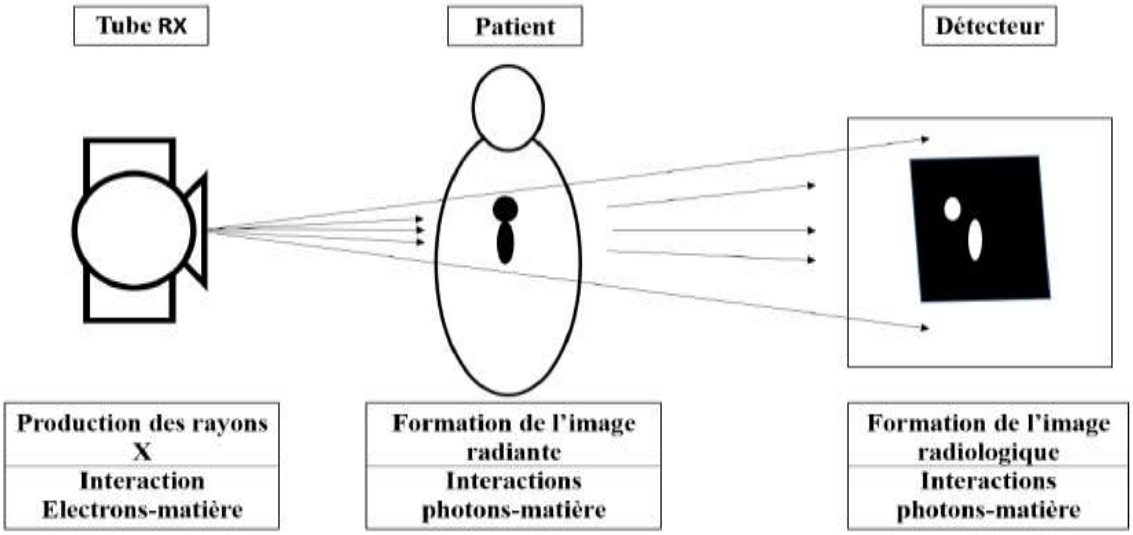


Figure 6: Formation de l'image radiologique (Chaîne radiologique) **[45]**

1.3.1.2. Radiographie conventionnelle

Elle met en œuvre le principe de la radiographie classique et représente, en nombre d'actes, la grande majorité des examens radiographiques réalisés. Il s'agit principalement des examens du squelette, du thorax et de l'abdomen.

- **Radiographie standard**

C'est une technique d'exploration des structures anatomiques internes basée sur la différence d'absorption des rayons X du fait des inhomogénéités de la structure à étudier. L'image est visualisée sur un film radiologique ou, de plus en plus souvent aujourd'hui, grâce à un capteur numérique qui présente plus d'avantages **[29]**.

- **Radioscopie**

La radioscopie ou fluoroscopie est une technique d'imagerie médicale qui utilise les rayons X pour observer les organes et les structures internes en mouvement et en temps réel **[45].** Elle permet donc de faire une étude dynamique, mais requiert un temps d'exposition plus long. Sur les appareils modernes, l'image est acquise au moyen d'un amplificateur de brillance.

1.3.1.3. Mammographie

La mammographie est un examen radiologique consacré à l'étude du sein. Compte tenu de la constitution de la glande mammaire et de la finesse des détails recherchés pour un diagnostic, les appareils utilisés fonctionnent sous une faible tension. Elles offrent ainsi une haute définition et un contraste élevé **[46].** Les techniciens en imagerie qui réalisent cet examen sont formés pour diminuer le plus possible la dose de radiation sans toutefois nuire à la qualité des images. La dose à l'entrée (De) par incidence, pour un sein comprimé de 5 cm d'épaisseur (sein moyen) est de l'ordre de 10 mGy, ce qui correspond à une dose moyenne à la glande de l'ordre de 2,5 mGy.

1.3.1.4. Radiodiagnostic dentaire

Il regroupe la radiographie endo-buccale permettant la prise de clichés localisés des dents et la radiographie panoramique dentaire permettant la prise sur une même image de l'intégralité des deux maxillaires **[46]**. La dose d'entrée moyenne est d'environ 2 mGy **[47].**

- **La radiographie intra-orale**

Fixés le plus souvent sur un bras articulé, les générateurs de radiographie de type intra-oral (le détecteur radiologique est dans la bouche) permettent la prise de clichés planaires localisées des dents. Ils fonctionnent avec des tensions et intensités faibles et un temps de pose très bref, de l'ordre de quelques centièmes de seconde.

- **La radiographie panoramique dentaire**

Utilisée principalement par les praticiens spécialistes de l'art dentaire (orthodontistes, stomatologistes) et les radiologues, la radiographie panoramique dentaire (orthopantomographie) donne sur une même image l'intégralité des deux maxillaires par rotation du tube radiogène autour de la tête du patient durant quelques secondes.

1.3.1.5. Tomodensitométrie (TDM) ou scanographie

La scanographie permet une étude structurale plus fine en plans de coupes avec un balayage complet de la structure à visualiser. Les appareils de scanographie, utilisent un faisceau de rayons X émis par un tube qui se déplace selon une spirale autour du corps du patient (scanner hélicoïdal). S'appuyant sur un système informatique d'acquisition et de traitement d'images, ils permettent la reconstitution en trois dimensions (transversale, longitudinale et sagittale) des organes avec une qualité d'image très supérieure à celle des appareils de radiographie conventionnelle. Le nombre de rangées de détecteurs (scanner multi coupe ou scanner volumique) s'est accru sur les appareils récents, améliorant la finesse des coupes. Lorsqu'il s'agit d'une seule acquisition (thorax

ou abdomen), la dose efficace délivrée aux patients est de 5 à 10 mSv. Dans le cas de plusieurs acquisitions successives sur le même volume, le niveau de dose est multiplié par le nombre d'acquisitions et est donc fréquemment supérieur à 10 mSv **[40,46].**

1.3.1.6. Radiologie interventionnelle

Les pratiques interventionnelles radioguidées regroupent « l'ensemble des techniques utilisant des rayonnements ionisants pour la réalisation d'actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à buts diagnostique, préventif et/ou thérapeutique, ainsi que les actes chirurgicaux et médicaux utilisant des rayonnements ionisants à visée de guidage ou de contrôle ». Les équipements utilisés sont soit des équipements fixes installés dans des salles dédiées à cette activité, principalement les spécialités vasculaires (neuroradiologie, cardiologie…), soit des arceaux mobiles de radiographie utilisés dans les salles des blocs opératoires dans plusieurs spécialités chirurgicales, notamment en gastro-entérologie, en orthopédie et en urologie. Les détecteurs présents sur les équipements fixes dédiés et sur les arceaux de bloc sont des amplificateurs de luminance ou des capteurs plans. Dans le domaine de la radiologie interventionnelle, il est très difficile de donner un ordre de grandeur des doses efficaces résultantes, en raison d'une grande variabilité de la durée des interventions **[40,46].**

1.3.2. Radiothérapie

La radiothérapie est, avec la chirurgie et la chimiothérapie, l'une des techniques majeures employées pour le traitement des tumeurs cancéreuses. La radiothérapie met en œuvre les rayonnements ionisants pour la destruction des cellules malignes (et, dans un nombre de cas limité, non malignes). Les rayonnements ionisants nécessaires pour la réalisation des traitements sont produits par un générateur électrique ou émis par des radionucléides sous forme

scellée. On distingue la radiothérapie externe où la source de rayonnement produite par un accélérateur de particules ou des sources radioactives (Gamma Knife® par exemple) est extérieure au patient, et la curiethérapie où la source est positionnée au contact direct du patient, dans ou au plus près de la zone à traiter **[46].**

1.3.3. Médecine nucléaire

Elle regroupe toutes les utilisations de radionucléides en sources non scellées à des fins de diagnostic ou thérapie **[36,46].** On distingue :

La scintigraphie, sorte de cartographie isotopique, recueille les radiations émises par des substances radioactives (isotopes de l'iode, du technétium, etc.) choisies en fonction de l'organe à visualiser et qui sont introduites dans l'organisme selon différentes voies (intraveineuse, digestive, respiratoire). Elle permet de diagnostiquer précocement des anomalies de fonctionnement d'un organe (poumons, os, glande thyroïde). Ces explorations exposent le patient à une irradiation très faible, comparable à celle reçue lors d'une radiographie classique.

La tomoscintigraphie complète la scintigraphie en fournissant des images en coupes de la distribution du traceur dans l'organisme.

La tomographie par émission de positons (T.E.P.) consiste à observer la répartition et l'utilisation dans les tissus d'une molécule (telle que le glucose) marquée par un isotope radioactif (dit émetteur de positons). Administrée au patient, cette molécule permet d'obtenir une image des organes et d'en étudier l'activité. Longtemps limitée à l'exploration du fonctionnement du cerveau, cette technique d'imagerie, de très haute valeur informative, est aujourd'hui largement utilisée pour le diagnostic et le bilan d'extension de nombreux types de cancers (poumon, côlon, O.R.L., lymphome, mélanome).

Le Positron Emission Tomography (PET)-Scan est une machine hybride, associant la T.E.P. et un scanner à rayons X, en fusionnant les images. Le

scanner apporte une information anatomique précise, la T.E.P. apporte l'information isotopique spécifique. Cette technique d'imagerie, de très haute valeur informative, est aujourd'hui utilisée pour le diagnostic, le bilan d'extension et la surveillance sous traitement de nombreux types de cancers (poumon, côlon, O.R.L., lymphome, mélanome).

1.4. Radiobiologie

1.4.1. Grandeurs et unités dosimétriques

1.4.1.1. Dose Absorbée

La dose absorbée (D) exprimée en **Gray (Gy)** est la quantité de rayonnement absorbée par unité de masse (le quotient de l'énergie moyenne impartie **d** par le rayonnement à la masse de matière **m**) :

$$D = d/m$$

Il s'agit d'une grandeur physique, utilisable quel que soit le rayonnement **[12, 29]**.

1.4.1.2. Dose Equivalente

La dose équivalente H est la dose absorbée dans un organe, multipliée par le coefficient de pondération $\mathbf{W_r}$ correspondant au rayonnement considéré **[29]**.

$$H = D \times W_r$$

$W_r = 1$ pour les rayonnements X

Elle s'exprime en **sievert** (**Sv**) ou **milli Sievert** (**mSv**).

1.4.1.3. Dose Efficace

La dose efficace **E** est la somme des doses équivalentes pour chaque organe ou tissu de l'organisme pondérées par un facteur de pondération tissulaire (**WT**) lié à la radiosensibilité des organes et tissus concernés. Ce facteur représente la contribution de cet organe au risque global pris en compte

pour tout l'organisme (Tableau II).La somme de tous ces facteurs sur l'ensemble de l'organisme est égale à 1 **[48-51].** Son unité est le sievert (Sv).

Elle est définie par la formule suivante :

$$\mathbf{E} = \sum \mathbf{HT}.\mathbf{WT} = \sum \mathbf{WT} \sum \mathbf{D}.\mathbf{WR}$$

C'est la dose efficace qui permet d'estimer le risque d'induction de cancer dans l'organisme en prenant en compte non seulement de la dangerosité du rayonnement mais aussi la sensibilité du tissu irradié **[52].**

Tableau I: Facteur de pondération tissulaire WT **[53]**.

Tissu ou organe	WT CIPR 60	WT CIPR 103
Gonades	0,20	0,08
Moelle osseuse	0,12	0,12
Colon	0,12	0,12
Poumon	0,12	0,12
Estomac	0,12	0,12
Sein	0,05	0,12
Vessie	0,05	0,04
Foie	0,05	0,04
Œsophage	0,05	0,04
Thyroïde	0,05	0,04
Peau	0,01	0,01
Os	0,01	0,01
Glandes salivaires	-	0,01
Cerveau	-	0,01
Autres tissus ou organes	0,05	0,12

Légende :

WT CIPR 60= Facteur de pondération tissulaire, publication 60 de la commission internationale de protection radiologique

WT CIPR 103= Facteur de pondération tissulaire, publication 103 de la commission internationale de protection radiologique

1.4.1.4. Débit de dose

C'est la dose par unité de temps. Il correspond à la vitesse à laquelle on reçoit des rayonnements. La dose absorbée (D) correspond au **débit de dose D°** pendant le temps d'exposition **t [48]**.

$$D = D° \times t$$

1.4.2. Effets Biologiques

1.4.2.1. Mécanisme de lésions cellulaires par les rayons

Deux mécanismes sont impliqués :

- Le premier fait intervenir un **effet direct** des rayonnements ionisants. Il se traduit par des excitations et des ionisations des atomes et molécules avec lesquels les rayonnements ionisants rentrent directement en collision.
- Le deuxième mécanisme est essentiellement **indirect**. Il implique les espèces réactives de l'oxygène provenant de la décomposition des molécules d'eau sous l'effet des rayonnements. Ces espèces réactives sont essentiellement le radical hydroxyle OH^{o}, dont la réactivité est prédominante.

Toutes les molécules constitutives d'une cellule sont des cibles potentielles : eau, acides désoxyribonucléiques (ADN), protéines, lipides, carbohydrates. En raison de la fonction centrale de l'ADN dans la cellule, les lésions de l'ADN ont été les plus étudiées. Cinq grands types de modifications qui résultent de ces deux principaux mécanismes ont été identifiés : les cassures de chaînes d'ADN, les modifications de la structure chimique des bases puriques et pyrimidiques, la création de sites abasiques, la formation de pontages ADN-protéines, la formation d'adduits **[42,54,55]**.

Trois phénomènes peuvent se produire à la suite d'une irradiation

- **L'ADN se répare correctement**

Dans ce cas, la cellule est correctement réparée et continue de fonctionner normalement. La molécule d'ADN subit en permanence des lésions, à chaque

seconde de la journée, et les cellules ont une aptitude naturelle à réparer ces lésions.

- **La lésion de l'ADN est trop grave et la cellule meurt (*effets déterministes*)**

Si l'ADN ou d'autres éléments essentiels de la cellule reçoivent une forte dose de rayonnement, la cellule peut soit mourir, soit être lésée au point de ne plus pouvoir se réparer. Si ce phénomène touche un grand nombre de cellules dans un tissu ou un organe, les effets précoces du rayonnement peuvent se manifester. Il s'agit des effets déterministes dont la gravité varie selon la dose de rayonnement reçue. Ils peuvent se traduire par des brûlures, des cataractes et, dans des cas extrêmes, la mort.

- **La cellule se répare mal, mais continue de vivre (*effets stochastiques*)**

Dans certains cas, l'ADN de la cellule peut être lésé par le rayonnement sans que la lésion en question ne cause la mort de la cellule. Celle-ci peut continuer de vivre et même de se reproduire, mais la cellule et ses descendants peuvent ne plus fonctionner correctement et même perturber le fonctionnement des autres cellules. La probabilité de ce type d'effets indésirables est proportionnelle à la dose et porte le nom d'effet stochastique. Dans ce cas, la probabilité est proportionnelle à la dose. Toutefois, le moment où les effets surviendront et leur gravité sont indépendants de la dose **[42,54,55]**. La figure 7 illustre les différentes éventualités.

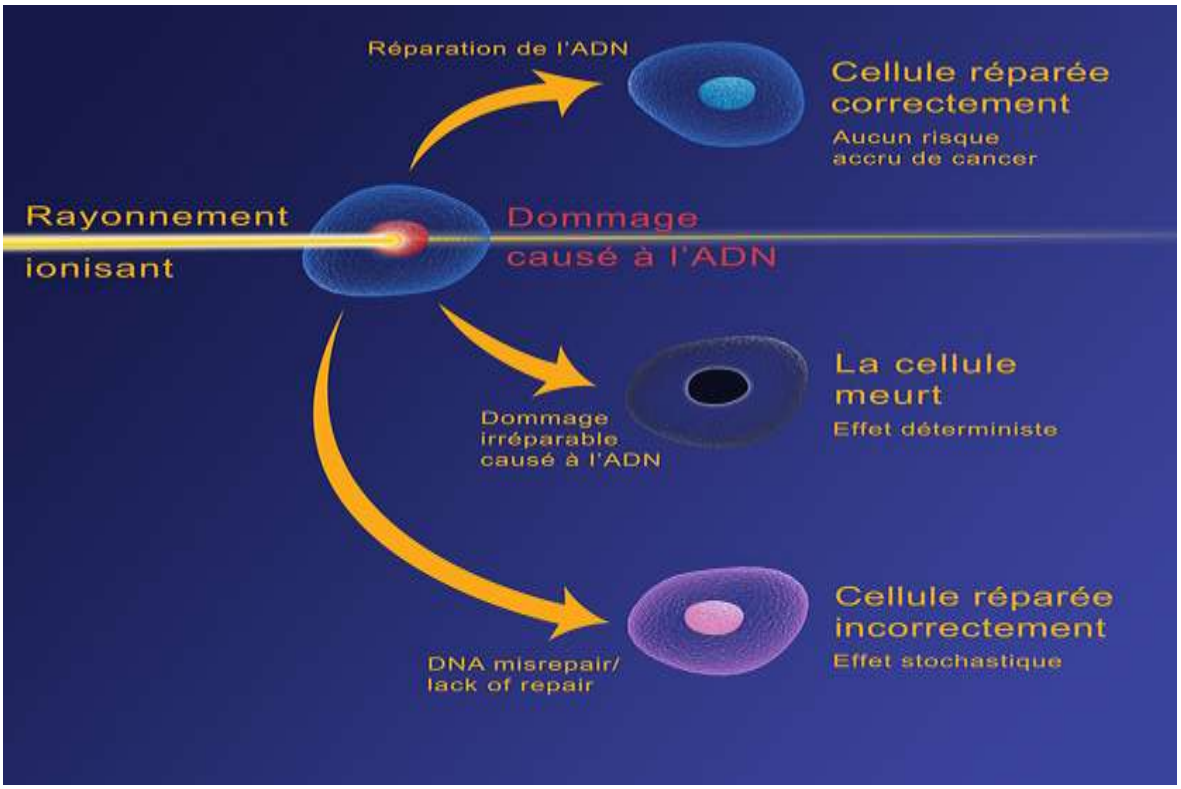


Figure 7: Eventualités à la suite des lésions de l'ADN **[55]**

Les effets des rayons X sur l'organisme vivant dépendent de plusieurs facteurs tels que l'énergie, le débit de dose, le type cellulaire et la susceptibilité individuelle. Selon l'intensité de l'irradiation, l'effet sur l'organisme est dit **déterministe** aux fortes doses et **stochastique** aux faibles doses **[56,57]**.

1.4.2.2. Effets déterministes

Les effets déterministes, précoces, surviennent par définition peu de temps après l'irradiation, de quelques heures à quelques mois. Ce sont toujours des effets à seuil **[58]**. La valeur du seuil varie selon les individus et dépend de la distribution de la dose dans le temps. La gravité d'un effet déterministe est proportionnelle à la dose délivrée au tissu puisque le pourcentage de cellules tuées augmente. En cas d'irradiation globale, les effets apparaissent d'abord pour les tissus les plus radio sensibles (tissus hématopoïétiques et cellules intestinales) puis pour des tissus moins sensibles (Tableau II). En cas d'irradiation partielle, le pronostic est fonctionnel, dépendant de la région

irradiée, avec, le plus souvent, des lésions cutanées associées (Tableau III) **[54,59]**.

Tableau II: Signes lors d'une irradiation globale selon la dose **[60]**.

Dose absorbée (Gray)	**Symptomatologie**
<0,5	Pas de manifestation Clinique
0,5-1	Lymphopénie transitoire réversible
1-2	**Phase Prodromique** : • Nausées, vomissements • Malaise, asthénie, anorexie
2-4	**Phase de latence** : Pan cytopénie
4-6 (DL50 = 4,5) Dose Létale 50	**Phase d'Etat** : • Aplasie médullaire, hémorragies • Mort dans 50 % des cas
6-10	Manifestations Pulmonaires (Hémoptysie, IR), Aggravations des lésions digestives et hématopoïétiques
>10	Syndrome de défaillance multi viscérale avec incapacitation neurologique. **Décès inéluctable**

Tableau III: Signes lors d'une irradiation partielle sur les organes selon la dose [50]

Organes		Dose absorbée (Gray)	Symptomatologie
Peau		< 3 3-5 (<20) 4 20-30 >30 Exposition répétée et chronique	Asymptomatique Epidermite sèche (érythème, desquamation) Alopécie Epidermite exsudative (Phlyctènes) Nécrose cutanée Radiodermite
Gonades	**Homme**	0,15 4 - 6	Stérilité transitoire Stérilité définitive
	Femme	3 - 6	Stérilité définitive + Ménopause précoce
Œil (Cristallin)		5 10	Opacités cristalliniennes Cataracte
Embryon Fœtus	**Avant nidation**	0,1-0,2	Mécanisme de tout ou rien (Mort embryon ou développement normal)
	Embryogenèse		Malformations
	Croissance fœtale		Risque de retard mental

1.4.2.3. Effets stochastiques

Les effets stochastiques, ou aléatoires, sont la conséquence de modifications du matériel génétique cellulaire qui conduiront à :

- Des effets cancérigènes si elles portent sur des cellules somatiques et
- Des effets génétiques si elles portent sur des cellules germinales.

De ce fait, ils induisent un risque génétique minime sur la descendance et surtout ajoutent un risque supplémentaire au risque naturel de développer un cancer. Ils peuvent survenir plusieurs années après la mutation cellulaire due à la radioexposition. Ils dépendent fortement de l'âge et sont trois à quatre fois plus importants chez l'enfant que chez l'adulte **[61,62].** Les cancers radio-induits ne sont observés que pour des doses dépassant 100 à 200 mSv chez l'adulte, administrées à un débit de dose suffisant. Il n'y a pas de notion de seuil de dose, toutefois la probabilité de survenue augmente avec la dose. Par prudence, on considère que toute dose, aussi faible soit-elle, peut entraîner un risque accru de cancer. La gravité symptomatologique est d'emblée maximale et indépendante de la dose. Ces effets surviennent avec une susceptibilité individuelle variable, génétiquement déterminée. Les anomalies génétiques observées ne sont pas spécifiques des rayons X et il n'existe aucun moyen pour déterminer l'origine radio-induite ou spontanée d'un cancer ou d'une anomalie génétique. Les malformations congénitales héréditaires radio-induites quant à elles n'ont jamais été mises en évidence chez l'homme **[63].**

1.5. Radioprotection

1.5.1. Historique

Les rayons X ont été découverts par le physicien allemand Wilhelm Conrad RÖENTGEN de façon fortuite en 1895 alors qu'il manipulait un tube de Hitfort dans une enceinte obscure **[64]**. Il parvint à réaliser la radiographie de la main droite de sa femme la même année. L'usage des rayons X pour réaliser des

images médicales se répandit dans le monde entier dès les années suivantes **[43]**. Rapidement, on a su que les rayonnements provoquaient des effets sur l'homme, anecdotiques au début, plus graves par la suite et il apparut dès lors le besoin de réglementer leur utilisation **[65, 66]**.

Les premiers manipulateurs opéraient sans protection. Leurs mains en particulier étaient en première ligne car servaient à maintenir la plaque contenant le film radiographique. Le premier effet du rayonnement constaté était la radiodermite. Le Français Antoine Béclère en a fait les frais. Atteint de radiodermite sévère, il a dû subir l'amputation de quatre doigts. En une quinzaine d'années les amputations des doigts et de la main et les décès dans le rang des utilisateurs de rayons X s'étaient généralisés. Le corps médical prit alors conscience de la nocivité des rayons X sur les tissus humains.

Au cours des années qui ont suivi, de nombreuses publications font référence aux atteintes induites par les rayonnements chez les radiologues. C'est en 1911 que, pour la première fois, la littérature scientifique mentionne une relation possible entre les rayonnements et la leucémie. En 1927, Müller suggère la possibilité d'effets génétiques des rayonnements chez l'homme. C'est un des premiers éléments qui incite les chercheurs à orienter leurs travaux sur les effets aléatoires.

Il était alors nécessaire de prendre des mesures de protection : la radioprotection vit ainsi le jour. Les appareils commencèrent à être conçus pour permettre une manipulation à distance et le praticien est abrité derrière une vitre en verre plombé pour minimiser le niveau d'exposition aux rayons X **[67,68]**.

1.5.2. Réglementation de la radioprotection [69-72]

L'organisation de la radioprotection, commence à l'échelle internationale et fait intervenir plusieurs organismes internationaux notamment (figure 8) :

- La Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) ;

- Le Comité Scientifique des Nations Unies pour l'étude des Effets des Rayonnements Ionisants (UNSCEAR) ;
- Le Comité BEIR (Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation);
- L'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) ;
- L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) ;
- L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ;
- L'Agence Fédérale de Sûreté Nucléaire (AFSN) ;
- L'Organisation de Coopération et de Développement Economique / Agence pour l'Energie Nucléaire (OCDE/AEN) ;
- L'Association Internationale de Radioprotection (IRPA) et
- La Commission Internationale des Unités et mesures Radiologiques (ICRU).

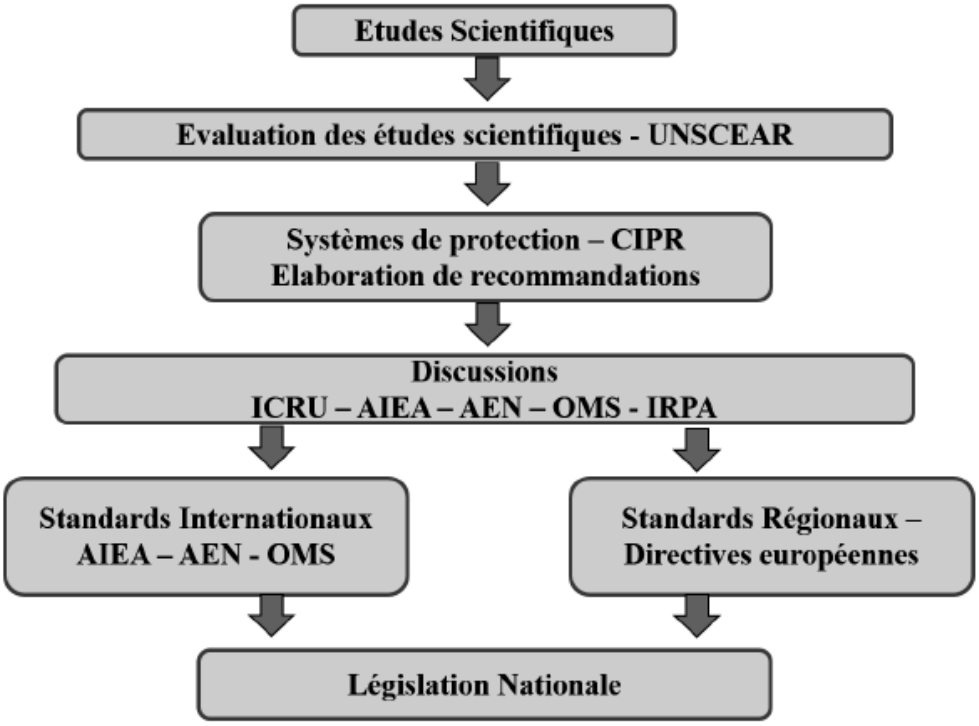


Figure 8: Schéma relationnel entre les institutions de règlementation de radioprotection **[45]**

Les autorités politico-administratives de chaque pays, compte tenu du niveau de développement local et des réalités socio-économiques sont invitées à prendre des mesures réglementaires en s'appuyant sur les recommandations de la CIPR, notamment par une loi ou un décret qui régule l'utilisation judicieuse des rayonnements ionisants. En ce qui concerne le Bénin, son adhésion à l'AIEA remonte à 1999 et à l'Accord régional de coopération pour l'Afrique sur la recherche, le développement et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaire (AFRA) en 2003 ; mais ce n'est que bien plus tard qu'on assistera au renforcement et à l'établissement effectif du Cadre Législatif de l'Autorité Réglementaire de la Radioprotection qui place ainsi le Bénin sous la coupe résolue de l'AIEA. Sur cette lancée, le gouvernement Béninois a approuvé le 06 septembre 2019 les statuts de l'Autorité Nationale de Sûreté Radiologique et de Radioprotection. Cette dernière tire son existence juridique de la loi n° 2017-29 du 15 mars 2018, portant sûreté radiologique et sécurité nucléaire en République du Bénin. Elle est chargée du suivi des pratiques et activités utilisant les rayonnements ionisants à des fins pacifiques y compris les appareils émetteurs de ces rayonnements voire les sources radioactives **[73].**

1.5.3. Principes de la radioprotection

Afin de limiter les risques liés à l'utilisation de la radioactivité, La CIPR fait reposer son système de radioprotection sur 03 principes non hiérarchisés qui s'appliquent simultanément. Ces trois principes sont : la justification, l'optimisation et la limitation des doses. Ils s'appliquent aux expositions professionnelles, du public et des patients. Pour les patients nous allons parler du principe de la justification et d'optimisation des doses. **[52, 74, 75].**

1.5.3.1. Justification de l'acte ou de l'exposition

- Toute exposition d'un patient, plus particulièrement lorsqu'il s'agit d'un enfant, dans un but diagnostique ou thérapeutique, en radiologie notamment,

doit faire l'objet d'une analyse préalable permettant de s'assurer que cette exposition présente un avantage médical direct suffisant au regard du risque qu'elle peut présenter et qu'aucune autre technique donnant un résultat comparable mais présentant un risque moindre d'exposition ou ne comportant pas de risque d'exposition n'est disponible **[1,12,25,76]**

- Selon les articles l2, 13 et 14 de la loi N^0 2017-29 du 15 MARS 2018 portant sureté radiologique et sécurité nucléaire en république du Bénin, la radioprotection constitue un devoir national. Toute exposition à des sources de rayonnements ionisants lorsqu'elle est nécessaire, satisfait aux principes de justification, d'optimisation et de limitation de doses et aucune utilisation de source ou de pratique impliquant une exposition possible à des rayonnements ionisants ne peut être effectuée ou adoptée, à moins que sa réalisation ou son introduction ne se justifie et ne produise un avantage indiscutable **[72]**.
- Pour aider les professionnels, la Société française de radiologie (SFR) en collaboration notamment avec la Société française de médecine nucléaire (SFMN) a élaboré le « Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale ». Il est conçu pour répondre aux exigences de la Directive EURATOM 97/43 dédiée à la radioprotection des patients, et est un référentiel de bonnes pratiques à l'usage des médecins qui sont amenés à demander ou réaliser des examens d'imagerie médicale. Il peut être utilisé pour la formation des étudiants en médecine. Il peut aussi être intégré dans des programmes de développement professionnel continu **[12,25,76]**.

Les objectifs du guide du bon usage « GBU » sont de réduire l'exposition des patients par la suppression des examens d'imagerie non justifiés ; réduire l'exposition des patients par l'utilisation préférentielle des techniques non irradiantes (imagerie ultrasonore et imagerie par résonance magnétique); améliorer les pratiques cliniques par la rationalisation des indications des examens d'imagerie; servir de référentiel pour les audits cliniques.

- Aucun acte exposant aux rayonnements ionisants ne peut être pratiqué sans un échange préalable d'informations écrites entre le demandeur et le réalisateur de l'acte (article R. 1333-66 du code de la santé publique). Le demandeur fournit au réalisateur de l'acte les informations nécessaires dont il dispose relatives à la justification de l'exposition demandée. Il précise notamment le motif, la finalité, les circonstances particulières de l'exposition envisagée, notamment un éventuel état de grossesse, les examens ou actes antérieurement réalisés et toute information nécessaire **[76].**
- Il appartient au médecin prescripteur et au médecin réalisateur de rechercher, lorsque l'examen concerne une patiente en âge de procréer, s'il existe un éventuel état de grossesse. De plus, si après justification, un examen ou un traitement était décidé chez une patiente en état de grossesse, ou si l'éventualité d'une grossesse ne peut pas être exclue, l'optimisation de l'acte tient compte de cet état (article R. 1333-61 du code de la santé publique en France).
- En cas de désaccord entre le praticien demandeur et le praticien réalisateur de l'acte, la décision finale appartient à ce dernier (article R. 1333-57 du code de la santé publique en France).

1.5.3.2. Optimisation des doses

Ce second principe d'optimisation repose sur l'acronyme anglo-saxon ALARA, « As Low As Reasonably Achievable », dont la traduction française est "aussi bas que raisonnablement possible".

Le niveau d'exposition des populations et des individus aux rayonnements ionisants doit être maintenu au plus bas niveau que l'on peut raisonnablement atteindre, compte tenu de l'état des connaissances scientifiques (apportées notamment par les études épidémiologiques et expérimentales en radiobiologie), de l'état des techniques, des facteurs économiques et sociaux et le cas échéant, de l'objectif médical recherché.

L'optimisation de la dose pour le patient peut contribuer à réduire la dose au niveau des travailleurs. Elle est avant tout un état d'esprit et doit correspondre à un engagement des autorités et du personnel **[34]**. Pour les doses délivrées aux patients, des Niveaux de Références Diagnostiques (NRD) sont établis par la réglementation nationale ou régionale pour harmoniser les pratiques.

1.5.3.3. Limitations des doses individuelles

Le principe de limitation des doses ne s'applique pas aux patients : seuls sont pris en compte les principes de justification et d'optimisation. La CIPR, voulant une protection individuelle, énonce le troisième principe dit de limitation : « Toute exposition aux rayonnements ionisants sera maintenue à titre individuel, strictement inférieure aux limites fixées par la réglementation ». L'optimisation des pratiques pour les procédures courantes d'imagerie médicale fait notamment appel à l'analyse des niveaux de référence diagnostiques (NRD) fixés par la réglementation (article R. 1333-68 du code la santé publique et arrêté du 24 octobre 2011). Dans ce domaine, c'est exclusivement par l'optimisation des pratiques que l'on maintient les doses délivrées aux patients au niveau le plus bas possible, compatible avec l'objectif médical recherché. En effet, la limitation réglementaire des doses, en vigueur pour les expositions professionnelles et du public, ne s'applique pas pour les expositions à visée médicale. Les NRD ne sont pas des limites au sens réglementaire du terme, mais des niveaux de dose servant de guide pour optimiser les procédures des examens d'imagerie utilisant les rayonnements ionisants

Pour l'exposition professionnelle, la Commission recommande une limite de dose efficace de 20 mSv par an, moyennée sur des périodes définies de 5 ans soit (100 mSv en 5 ans). Les travailleurs de catégorie A sont les personnes qui, dans les conditions normales de travail, peuvent être amenées à recevoir, annuellement, une dose égale ou supérieure à 3/10^{e} des limites d'exposition. Les travailleurs de catégorie B sont ceux qui peuvent avoir une exposition annuelle

supérieure à 1 mSv, mais inférieure à 6 mSv. Pour l'exposition du public et des femmes enceintes, elle recommande une limite de dose efficace de 1 mSv par an **[77]**.

2. CADRE ET METHODES D'ETUDE

2.1. Cadre d'étude

Cette étude s'est déroulée dans la ville de Cotonou, capitale économique du Bénin. Mégapole et ville côtière cosmopolite, Cotonou est limitée au Nord par le Lac Nokoué, au Sud par l'Océan Atlantique à l'Est par la Commune de Sèmè-Podji et à l'Ouest par la commune d'Abomey-Calavi. Seule ville du département du Littoral, Cotonou s'étend sur une superficie de 79km² pour une population estimée à 679.012 habitants **[78]** en 2013 lors du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) et répartie dans 13 arrondissements et 144 quartiers. La ville regroupe la plupart des structures administratives et politiques du pays.

Le système sanitaire a une structure pyramidale et comprend trois (03) niveaux : central, intermédiaire et périphérique. Le niveau central est représenté par le Ministère de la Santé et les hôpitaux nationaux. Le niveau intermédiaire est représenté par les Directions Départementales de la Santé (DDS) et les Centres Hospitaliers Départementaux (CHD). Le niveau périphérique qui est le niveau opérationnel de mise en œuvre des actions des différents projets et programmes de santé initiés par le niveau central. Son unité fonctionnelle est la zone sanitaire (34 sur l'étendue du territoire national dont 04 à Cotonou) dont la principale structure hospitalière est l'hôpital de zone (HZ) auquel s'ajoutent les formations sanitaires privées. Ainsi :

Au niveau central, les centres hospitaliers et universitaires

- Centre National Hospitalier et Universitaire Hubert KOUTOUKOU MAGA (CNHU-HKM)
- Centre hospitalier et universitaire de la mère et de l'enfant Lagune (CHU-MEL)
- Centre National Hospitalier et Universitaire de pneumo-phtisiologie (CNHUPP)
- Centre National Hospitalier et Universitaire de Psychiatrie (CNHUP)

- Hôpital d'Instruction des Armées (HIA).

Au niveau intermédiaire, il s'agit des Centres Hospitaliers Départementaux (CHD) et des Centres Hospitaliers Universitaires Départementaux (CHUD) qui n'existent pas dans le département du Littoral.

Au niveau périphérique, on distingue 4 zones sanitaires avec deux hôpitaux de zone fonctionnels à savoir le Centre Hospitalier et Universitaire de zone SURU-LERE (CHUZ) (Cotonou 2 -Cotonou 3) et l'Hôpital de Zone de Menontin (HZ) (Cotonou 6) **[79].**

Notre étude s'était déroulée dans les 6 centres hospitaliers et universitaires et l'hôpital de zone de Menontin.

2.2. Méthode d'étude

2.2.1. Type d'étude et période d'étude

Il s'agissait d'une étude transversale analytique, évaluative et normative. Elle s'est déroulée du 15 Novembre 2020 au 15 Janvier 2021, soit 2 mois de collecte.

2.2.2. Population d'étude

Prescripteurs d'examens irradiants des différents centres hospitaliers du Littoral.

- **Critère d'inclusion**

  Ont été inclus dans l'étude :

  - Les médecins généralistes, médecins en spécialisation et médecins spécialistes en activité dans l'un de ces centres hospitaliers du Littoral
  - Les stagiaires internes (étudiant en 6ème année de médecine) en stage dans l'un de ces centres hospitaliers du Littoral

- **Critère de non inclusion**

  N'ont pas été inclus dans l'étude :

- Les médecins radiologues et les médecins en spécialisation en radiologie
- Les stagiaires internes, médecins généralistes, médecin en spécialisation et médecins spécialistes qui n'étaient pas dans les centres hospitaliers au moment de la collecte.
- Les prescripteurs éligibles mais injoignables après trois rendez-vous manqués ou ayant refusé de donner leur consentement pour participer à l'étude.

2.2.3. Echantillonnage

Il s'agissait d'un échantillonnage exhaustif. Tous les prescripteurs des centres hospitaliers et universitaires et des hôpitaux de zone répondant à nos critères de sélection avaient été systématiquement pris en compte.

2.2.4. Variables étudiées

2.2.4.1. Variable principale (Connaissance globale)

La connaissance globale a été obtenue par la sommation des scores des différentes connaissances spécifiques. Il s'agit d'une variable qualitative nominale dont les modalités sont : mauvais, insuffisant, moyen et bon.

La méthode de Essi Marie José et de Njoya Oudou **[82]** dans les études CAP (Connaissance, Aptitude et Pratique) a été utilisée pour établir les scores de chaque partie du questionnaire. Le mode de pondération était basé sur le principe de conformité stricte sans pénalité. Pour chaque réponse il est attribué un score de 1 pour les bonnes réponses et 0 pour les mauvaises réponses. Pour chaque niveau de connaissance spécifique à évaluer, la somme des scores est réalisée et la cotation suivante a été appliquée.

- Mauvais (score< 50%)
- Insuffisant (≥50 et <65%)

- Moyen (≥65 et < 85%)
- Bon (score≥ 85%)

Quatre différents niveaux de connaissance sont évalués :

- **Sources et effets délétères des rayonnements ionisants**

Le niveau de connaissance en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants a été évalué à travers 5 questions.

Le mode de pondération susmentionné a été utilisé. Le score total variait entre 0 et 100%

- **Moyens de protection contre les rayonnements ionisants**

Le niveau de connaissance des moyens de protection contre les rayonnements ionisants a été évalué à travers 4 questions relatives aux moyens individuels de protection et la connaissance de l'existence des législations nationales et internationales. Le mode de pondération susmentionné a été utilisé. Le score total variait entre 0 et 100%.

- **Doses de rayonnements reçues lors des examens d'imagerie courants**

Le niveau de connaissance en matière de doses de rayonnements reçues lors des examens d'imagerie courants a été évalué à travers 2 questions relatives à la dose d'irradiation d'une radiographie thoracique de face et le rapport d'irradiation par rapport à un scanner thoracique standard pour une personne de corpulence normale. Le mode de pondération susmentionné a été utilisé. Le score total variait entre 0 et 100%.

- **Rédaction et justification des examens d'imagerie médicale**

Le niveau de connaissance en matière de rédaction et de justification des actes a été évalué à travers 11 questions relatives à la prise en compte du rapport bénéfice-risque, le respect du principe de substitution, la communication du risque aux patients, les précautions de prescriptions chez certaines couches de patients et l'utilisation des guides de prescription du bon usage. Le même mode de pondération a été utilisé. Le score total variait entre 0 et 100%.

2.2.4.2. Variables explicatives

Le tableau IV décrit les différentes variables explicatives étudiées

Tableau IV: Répartition des variables explicatives selon leurs types et leurs modalités

Variables	Types	Modalités
Age	Quantitative discrète	Valeur renseignée en année
Sexe	Qualitative dichotomique	Masculin ; féminin
Hôpital de fonction	Qualitative nominale	CNHU-HKM, CHU-MEL, HIA, CNHUPP, CNHU-PC, CNHUZ, HZ MENONTIN
Qualification professionnelle	Qualitative nominale	Médecin généraliste, médecin spécialiste, médecin en spécialisation, stagiaire interne
Faculté de formation en médecine générale	Variable qualitative nominale	Faculté des Science et de la Santé (FSS), Faculté de Médecine de Parakou (FMUP), Autres
Nombre d'année d'expérience	Quantitative discrète	Valeur renseignée en années ou en en mois
Service de fonction	Variable qualitative nominale	Chirurgie générale, Urgence-Réanimation, Gynéco-obstétrique, ORL, Odontostomatologie, Neurochirurgie, Psychiatrie, Neurologie, Pédiatrie, médecine interne, Cardiologie, Traumatologie, hépato gastroentérologie, médecine générale
Formation en radioprotection	Qualitative nominale	Jamais ; Pendant la formation ; après l'embauche
Moyens d'information sur la radioprotection	Qualitative nominale	Discussion entre collègue, congrès et formation médicale continue, Médias grand public, Je ne me tiens pas au courant, Vous vous êtes intéressés au sujet

2.2.5. Collecte des données

2.2.5.1. Outil de collecte des données

Pour le recueil et l'exploitation des données, nous avions utilisé un questionnaire élaboré à partir des données de la littérature principalement à

partir des travaux de docteur Guillaume Boisseau **[16]**, Gervaise et al **[14]** et de docteur Mamadou **[22].** Il est semi structuré comportant 33 items regroupés en groupes relatifs aux :

- Caractéristiques sociodémographiques et individuelles des prescripteurs des centres hospitaliers du Littoral
- Sources et effets délétères des rayonnements ionisants
- Moyens de protection contre les rayonnements ionisants
- Doses de rayonnements reçues lors des examens d'imagerie courants
- Justification des examens d'imagerie médicale.

Un pré-test de validation du questionnaire a été réalisé auprès de 10 stagiaires internes et médecins en spécialisation au CNHU-HKM avant le début de la collecte.

2.2.5.2. Technique de collecte des données

La collecte des données fut réalisée par entretien personnalisé avec les différents prescripteurs des différents centres hospitaliers. Les médecins ont été interviewés soit sur rendez-vous ou séance tenante.

L'équipe d'enquête était constituée de 03 étudiants de 5ème année de Médecine préalablement formés sur les outils et les méthodes de collecte des données, sous la supervision de l'investigateur et de la directrice de thèse.

2.2.5.3. Traitement et analyse des données

A la fin de la collecte des données, les données ont été recueillies et traitées avec le logiciel EPI INFO version 7.2.1.0. Les graphes et tableaux ont été conçus à base d'Excel 2013. Les variables qualitatives ont été présentées sous forme de fréquence et les variables quantitatives sous forme de moyenne, médiane et écart type. Le test de Chi-carré a été utilisé pour étudier les différentes associations et le seuil de significativité a été défini à 5% soit 0,05.

2.2.6. Considérations éthiques et déontologiques

Conformément au principe du secret professionnel, la confidentialité a été rigoureusement respectée lors de l'enquête. L'accord du comité local d'éthique pour la recherche biomédicale d l'université de Parakou (CLERB-UP) a été obtenu. Les autorités responsables des centres hospitaliers ont été informées et leurs autorisations obtenues pour la réalisation de l'enquête. De même, le consentement oral, libre et éclairé des prescripteurs enquêtés a été obtenu et respecté au cours de l'enquête.

Toutes les données recueillies au cours de notre enquête n'ont servi que dans le cadre de cette étude et restent confidentielles.

2.2.7. Difficultés rencontrées

Nous avions rencontré des difficultés à divers niveaux. Il s'agit des difficultés d'ordres administratif, financier et interpersonnel avec les enquêtés.

Au niveau administratif, l'obtention de l'autorisation d'enquête fut difficile au niveau de certains centres hospitaliers. Ce qui avait eu de répercussion sur la période de collecte.

Au niveau financier, ce fut réellement difficile de rémunérer les trois étudiants engagés pour l'enquête. En effet, la rémunération était par fiche. Une fiche remplie coutait 400 FCFA. Associé aux petites motivations régulières pour pouvoir les maintenir concentrer sur le travail.

Au niveau inter personnel avec les enquêtes, ce fut difficile avec les rendez-vous manqués, des appels pour prise de contact restés sans réponses et parfois des fiches incomplètement remplies. Par ailleurs, la réticence de certains prescripteurs à participer à l'enquête nous obligeait à passer à plusieurs reprises, auprès d'un même enquêté avant d'avoir la fiche d'enquête remplie.

3. RESULTATS

Au total, le questionnaire a été distribué à 320 prescripteurs dans les sept centres hospitaliers inclus dans notre étude. 277 prescripteurs ont rempli le questionnaire, soit un taux de participation de 86,56%. Le diagramme de flux est présenté par la figure 9.

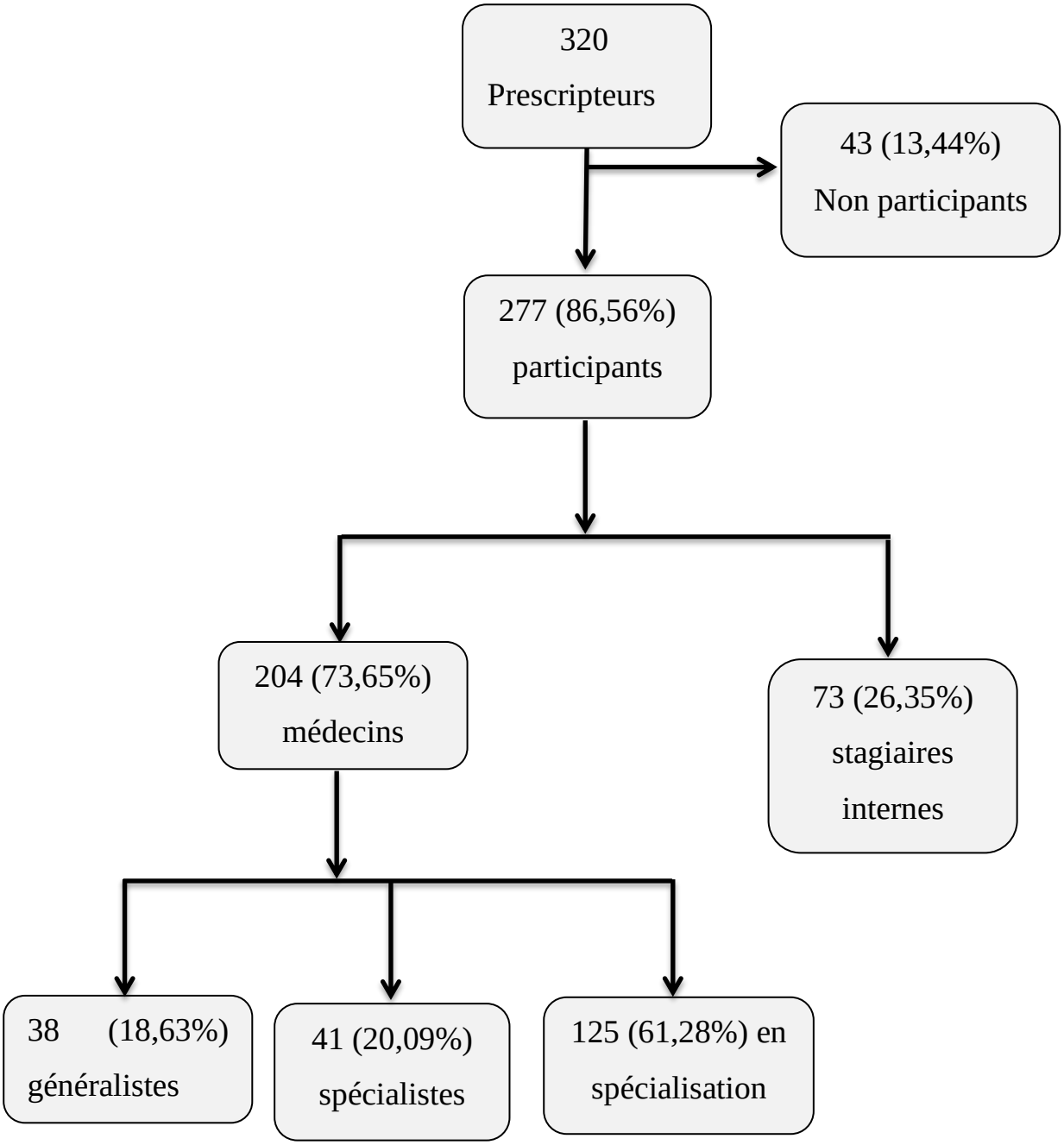


Figure 9 : Diagramme de flux

3.1. Caractéristiques sociodémographiques et individuelles des médecins

3.1.1. Caractéristiques sociodémographiques

Les caractéristiques sociodémographiques des enquêtés sont résumées dans le tableau V.

Tableau V: Caractéristiques sociodémographiques des prescripteurs enquêtés à Cotonou, en 2020

	Effectifs	Pourcentages (%)
Sexe		
Masculin	176	63,54
Féminin	101	36,46
Age (ans)		
< 25	53	19,13
[25 - 35[	152	54,87
[35 - 45[	52	18,77
[45 - 55[	17	6,14
≥ 55	03	1,08
Statut		
Stagiaire interne	73	26,35
Médecin en spécialisation	125	45,13
Médecin généraliste	38	13,72
Médecin spécialiste	41	14,08

3.1.2. Caractéristiques individuelles

3.1.2.1. Lieu de formation

Le tableau VI présente les facultés de médecine de formation des prescripteurs enquêtés.

Tableau VI: Répartition des prescripteurs selon leur faculté de formation de médecine de base, à Cotonou en 2020

	n	%
FSS* Cotonou	**156**	**56,31**
FM* Parakou	**57**	**20,57**
Guinée	12	04,33
République démocratique du Congo	11	03,97
Cameroun	10	03,61
Niger	6	02,16
Mali	5	01,80
Togo	4	01,44
Burkina Faso	4	01,44
Autres	12	04,33
Total	**277**	**100,00**

Autres : Clermont Ferrand, Constantine en Algérie, faculté de médecine d'Abidjan, cheik Anta Diop, faculté de médecine d'Antananarivo, faculté de médecine d'Ukraine, Faculté des sciences de la santé de N'Djamena, Institut médical de Tevere, Rabat, Russie université des montagnes, Université latino-américaine de Salvador. (n =1)

FSS* *= Faculté des sciences de la santé,* ***FM*** *= Faculté de médecine*

La majorité des prescripteurs a été formée à la faculté des sciences de la santé de Cotonou.

3.1.2.2. Répartition des prescripteurs selon leurs spécialités

Le tableau VII présente la répartition des médecins prescripteurs spécialistes et leurs qualifications.

Tableau VII: Répartition selon la spécialité des médecins prescripteurs, à Cotonou en 2020

	n	%
Gynécologie-obstétrique	**27**	**15,43**
Chirurgie générale	**23**	**14,20**
Pédiatrie	22	13,58
Urgence-Réanimation	19	11,11
Cardiologie	15	09,25
Oto-Rhino-Laryngologie	14	08,64
Chirurgie pédiatrique	08	04,93
Neurologie	07	04,32
Médecine interne	07	03,09
Urologie	07	03,70
Traumatologie	04	02,47
Hépato-gastro-Entérologie	03	01,85
Stomatologie	02	01,23
Autres	8	04,93
Total	**166**	**100,00**

Autres : Chirurgie oncologique, neurochirurgie, pneumologie, psychiatrie

La gynécologie-obstétrique et la chirurgie générale étaient les spécialités les plus retrouvées.

3.1.2.3. Expérience professionnelle

Le tableau VIII présente la répartition des prescripteurs et leur nombre d'années d'expériences.

Tableau VIII: Répartition selon l'expérience professionnelle des médecins prescripteurs enquêtés, à Cotonou en 2020

	n	%
≤ 1	30	14,70
] 1 - 10]	**139**	**68,13**
] 10 - 20]	30	14,70
> 20	05	02,45
Total	204	100,00

La majorité des prescripteurs avait un nombre d'années d'expériences compris entre 2 et 10 ans. Le nombre moyen d'années d'expérience était de 6,36 ±0,8 ans et le nombre d'année d'expérience professionnelle maximale était de 35 ans (le nombre d'années d'expérience a été considéré chez les médecins diplômés).

3.1.2.4. Répartition des prescripteurs selon leur structure de fonction

La répartition des prescripteurs en fonction de leurs structures de fonction est présentée par la figure 10.

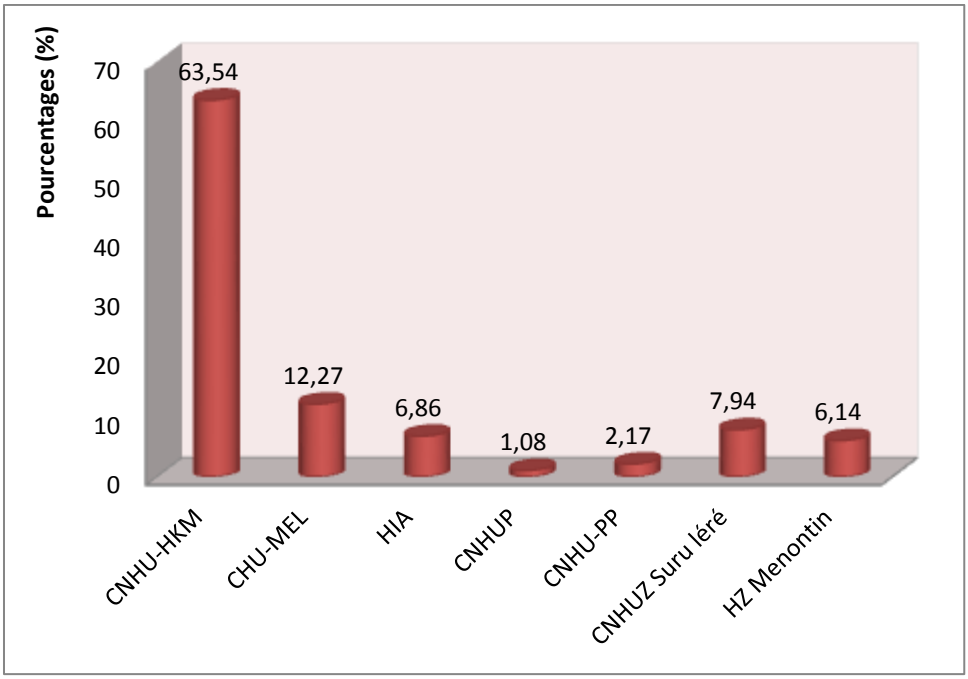


Figure 10: Répartition des prescripteurs selon leur structure de fonction à Cotonou en 2020.

La majorité des prescripteurs inclus dans notre étude exerçait au CNHU-HKM

3.1.2.5. Formation sur la radioprotection

La répartition des prescripteurs par rapport à la formation en radioprotection des patients est présentée dans le tableau IX.

Tableau IX: Répartition des prescripteurs selon la formation sur la radioprotection des patients, à Cotonou en 2020

	n	%
Jamais	**258**	**93,14**
Pendant la formation	18	06,49
Après embauche	01	00,36
Total	**277**	**100,00**

La majorité des prescripteurs n'avait jamais reçu de formation sur la radioprotection des patients. Les 19 médecins ayant déclaré l'avoir reçue étaient des médecins spécialistes et des médecins en spécialisation.

3.1.2.6. Moyens d'informations sur la radioprotection des patients

Le tableau X présente la répartition des prescripteurs selon leurs moyens d'informations sur la radioprotection des patients.

Tableau X: Répartition des prescripteurs selon leurs moyens d'informations sur la radioprotection, à Cotonou en 2020

	n	%
Discussion entre collègues ou d'autres spécialistes	**116**	**41,88**
Congrès et formation médicales continues	27	09,75
Médias grand public	29	10,47
Ne s'informe pas	**99**	**35,74**
Curiosité	06	02,17
Total	**277**	**100,00**

Plus de 35% des prescripteurs ne s'informaient pas sur la radioprotection des patients. La discussion entre collègues ou avec d'autres spécialistes était le moyen le plus évoqué.

3.2. Connaissances en matière de radioprotection

3.2.1. Connaissance de sources et effets délétères des rayonnements ionisants

3.2.1.1. Sources de rayonnements ionisants

Par rapport aux sources de rayonnements ionisants naturelles, moins de la moitié des prescripteurs (48,01%) en connaissaient l'existence. Parmi eux, 56 (42,10%) en avaient pu donner un exemple. L'exemple le plus cité était le soleil. Par rapport aux rayons X et leur utilité médicale, la majorité des prescripteurs (92,39%) savaient que les rayons X étaient des rayonnements ionisants et sont utilisés en médecine.

3.2.1.2. Effets délétères des rayonnements ionisants

- A propos du caractère irradiant de certaines modalités d'imagerie, le tableau XI illustre les réponses des prescripteurs.

Tableau XI: Répartition selon les examens jugés irradiants par les prescripteurs enquêtés, à Cotonou en 2020

	n	%
Echographie	02	00,72
Radiographie	**267**	**96,39**
Mammographie	**214**	**77,26**
Scanner	**243**	**87,73**
IRM	133	48,01

Près de la moitié des prescripteurs pensaient à tort que l'IRM était un examen irradiant.

- En ce qui concerne le tissu le plus sensible aux radiations ionisantes, le tableau XII présente la répartition des réponses des prescripteurs.

Tableau XII: Répartition selon le tissu jugé le plus sensible aux radiations ionisantes par les prescripteurs, à Cotonou en 2020

	n	%
Gonades	**144**	**51,99**
Système nerveux central	13	04,69
Os	11	03,97
Thyroïde	38	13,72
Peau	29	10,47
Ne sais pas	42	15,16
Total	**277**	**100,00**

Seulement un peu plus de la moitié des prescripteurs avaient pu identifier les gonades comme étant le tissu le plus radiosensible.

- Par rapport au risque potentiel de cancer radio-induit directement imputable à la réalisation d'un seul scanner abdominopelvien standard, la répartition des réponses est précisée dans le tableau XIV.

Tableau XIII: Répartition des prescripteurs selon la réponse au risque potentiel de cancer radio-induit directement imputable à la réalisation d'un seul scanner abdominopelvien standard, à Cotonou en 2020

	n	%
1/ 100	40	14,44
1/ 1000	**61**	**22,02**
1/ 10000	107	38,63
Aucun risque	69	24,91
Total	277	100,00

La majorité des réponses étaient largement des sous-estimations. Seulement 22,04% des enquêtés avaient pu correctement l'estimer à 1/1000.

3.2.1.3. Niveau de connaissance en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants

A partir des 5 paramètres ci-dessus évalués, le niveau de connaissance en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants des prescripteurs a été évalué. La figure 12 illustre la répartition des prescripteurs selon le niveau de connaissance en matière de sources et des effets délétères des rayonnements ionisants.

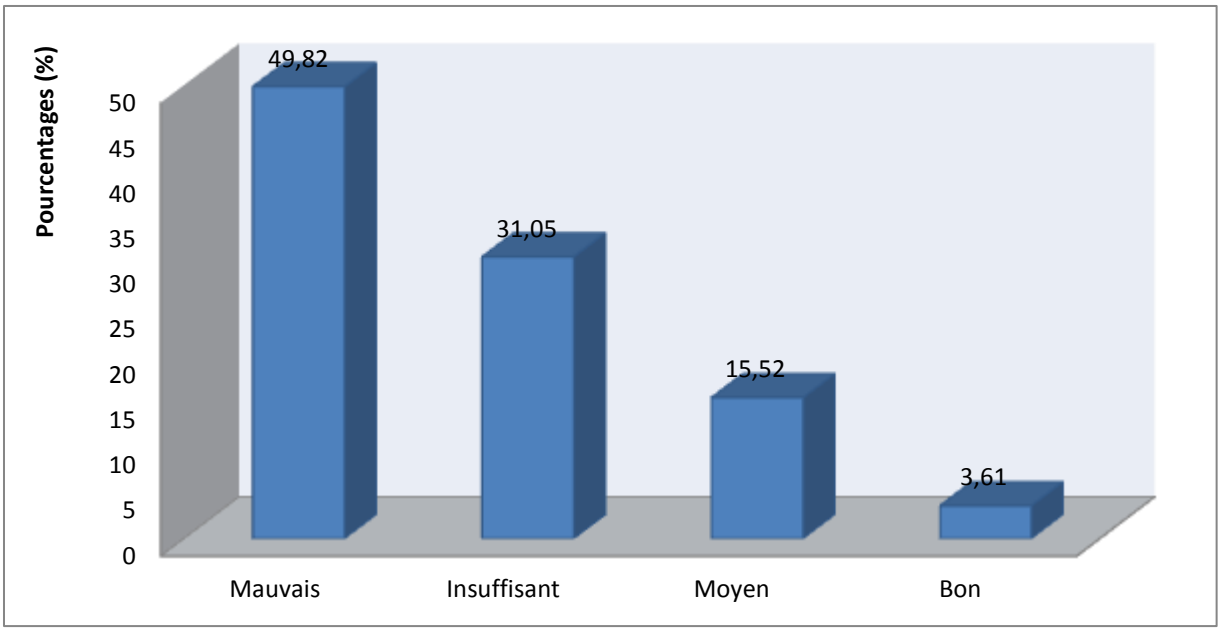


Figure 11: Répartition des prescripteurs selon le niveau de connaissance en matière de sources et des effets délétères des rayonnements ionisants à Cotonou en 2020.

La majorité des prescripteurs avaient un niveau mauvais.

3.2.1.4. Niveau de connaissance en matière sources et effets délétères des rayonnements ionisants selon les qualifications professionnelles

La recherche de relation entre le statut, l'expérience professionnelle et l'hôpital de fonction d'une part et le niveau de connaissance en matière sources et effets délétères des rayonnements ionisants est présentée dans le tableau XIV.

Tableau XIV: Répartition des niveaux de connaissance en matière sources et effets délétères des rayonnements ionisants selon les qualifications professionnelles, à Cotonou en 2020

	Non satisfaisant	Satisfaisant	Total	**P- value**
Statut				
Stagiaire interne	53	20	73	
Médecin en spécialisation	105	20	125	**0,04**
Médecin généraliste	33	05	38	
Médecin spécialiste	33	08	41	
Expérience professionnel				
≤ 1	29	01	30	
] 1 - 10]	113	25	138	**0,1**
] 10 - 20]	25	05	30	
> 20	03	02	05	
Hôpital de fonction				
CNHU	139	37	176	
HOMEL	28	06	34	
HIA	16	03	19	
CNHUP	02	01	03	**0,6**
CN de pneumo phtisiologie	06	00	06	
CNHUZ Suru Léré	17	05	22	
HZ Menontin	16	01	17	

L'association était statistiquement significative entre le niveau de connaissance en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants et le statut du prescripteur. Les stagiaires internes ont un meilleur niveau de connaissance.

3.2.2. Connaissance des moyens de protection contre les rayonnements ionisants

3.2.2.1. Législation internationale et nationale sur la radioprotection des patients

L'existence d'une législation internationale et nationale sur la radioprotection des patients était connue respectivement de 148 prescripteurs (53,43%) et 78 prescripteurs (28,16%).

Pour la législation internationale, quinze des enquêtés avaient pu donner l'exemple de l'AIEA et un seul la CIPR. Pour celle nationale, un seul prescripteur avait identifié l'ANSR.

3.2.2.2. Moyens individuels de protection contre les rayonnements ionisants

Le tableau XV donne les réponses des prescripteurs à propos des moyens individuels de protection contre les rayonnements ionisants.

Tableau XV: Répartition des prescripteurs selon les moyens individuels de protection contre les rayonnements ionisants, à Cotonou en 2020

	n	%
Blouse	14	05,05
Gants	10	03,61
Tablier plombé	**267**	**96,39**
Blouse plombée	157	56,68
Cache thyroïde	116	41,88
Lunette plombée	131	47,29
Respect distance source ionisante et patient	100	36,10
Cache gonade	140	50,54
Je ne sais pas	02	00,72

Le tablier plombé était le moyen le plus connu.

3.2.2.3. Moyens collectifs de protection contre les rayonnements ionisants

Le tableau XVI présente la répartition des prescripteurs selon les moyens collectifs de protection contre les rayonnements ionisants.

Tableau XVI: Répartition des prescripteurs selon les moyens collectifs de protection contre les rayonnements ionisants, à Cotonou en 2020

	n	%
Les murs plombés dans les services de radiologie	**237**	**85,56**
Les paravents plombés	212	76,53
Le zonage dans les services de radiologie	142	51,26
Je ne sais pas	13	04,69

Les murs plombés dans les services de radiologie étaient le moyen collectif de protection le plus connu parmi nos enquêtés.

3.2.2.4. Niveau de connaissance en matière de protection contre les rayonnements ionisants.

A partir de ces différents paramètres évalués pour ce niveau de connaissance, la répartition des niveaux est illustrée par la figure 12.

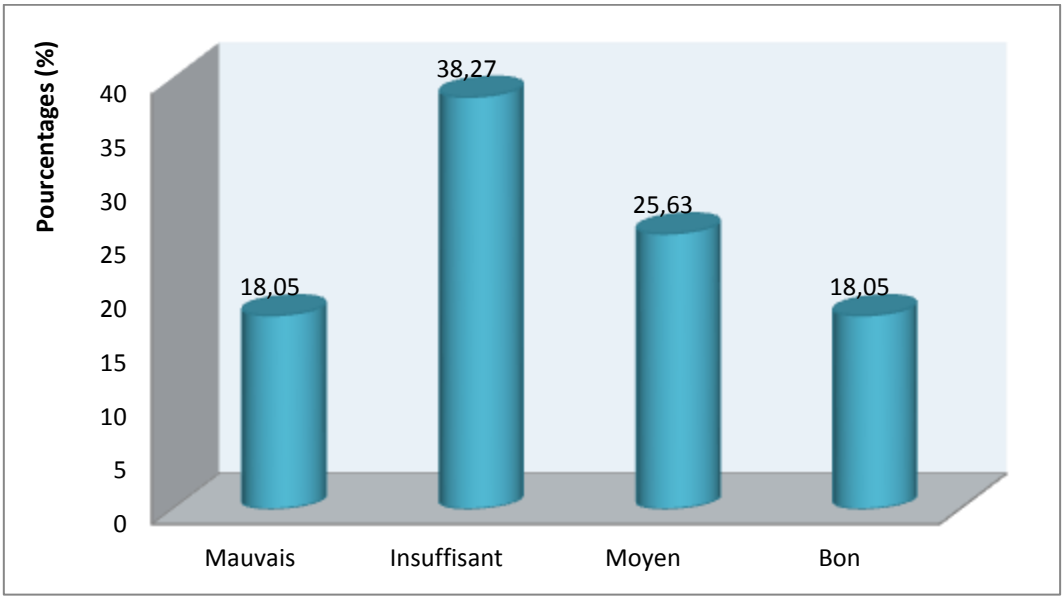


Figure 12: Répartition des prescripteurs selon le niveau de connaissance en matière de protection contre les rayonnements ionisants, à Cotonou en 2020.

Le niveau de connaissance en matière de protection contre les rayonnements ionisants était insuffisant.

3.2.2.5. Niveau de connaissance des prescripteurs en matière de protection contre les rayonnements ionisants selon les qualifications professionnelles

La relation entre le statut, l'expérience professionnelle et l'hôpital de fonction d'une part et le niveau de connaissance en matière de protection contre les rayonnements ionisants est présentée dans le tableau XVII.

Tableau XVII: Répartition du niveau de connaissance des prescripteurs en matière de protection contre les rayonnements ionisants selon les qualifications professionnelles, à Cotonou en 2020

	Non satisfaisant	Satisfaisant	Total	**P- value**
Statut				
Stagiaire interne	44	29	73	
Médecin en spécialisation	75	50	125	**0,05**
Médecin généraliste	22	16	38	
Médecin spécialiste	15	26	41	
Expérience professionnel				
≤ 1	18	12	30	
] 1 - 10]	79	59	138	**0,04**
] 10 - 20]	13	17	30	
> 20	01	04	05	
Hôpital de fonction				
CNHU	105	71	176	
HOMEL	16	18	34	
HIA	10	09	19	**0,4**
CNHUPC	03	00	03	
CNHUPP	03	03	06	
CNHUZ Suru Léré	12	10	22	
HZ Menontin	07	10	17	

L'association était statiquement significative entre le niveau de connaissance en matière de protection contre les rayonnements ionisants, le statut et l'ancienneté professionnelle.

3.2.3. Connaissances de dose de rayonnements reçue lors de certains examens de radiologie courants

3.2.3.1. Dose de rayonnement reçue lors de la réalisation d'une radiographie thoracique de face.

Le tableau XVIII présente la répartition des enquêtés selon leurs réponses à propos de la dose de rayonnements reçue (en msv) lors de la réalisation d'une radiographie thoracique de face.

Tableau XVIII: Répartition des prescripteurs selon leurs réponses à propos de la dose de rayonnements reçue (en msv) lors de la réalisation d'une radiographie thoracique de face, à Cotonou en 2020

	n	%
0,02 - 0,14	**17**	**06,14**
0,2 - 1	20	07,22
10	09	03,25
Je ne sais pas	231	83,39
Total	**277**	**100,00**

La majorité des enquêtés n'avait pas pu estimer la dose de rayonnement reçue lors de la réalisation d'une radiographie thoracique de face qui est comprise entre 0,02 - 0,14 msv.

3.2.3.2. Ordre d'irradiation d'un scanner thoracique standard pour une personne de corpulence normale par rapport à une radiographie du thorax de face.

Le tableau XIX présente la répartition des différentes réponses.

Tableau XIX: Répartition des prescripteurs selon l'ordre d'irradiation d'un scanner thoracique standard par rapport à une radiographie du thorax (RxT) de face à Cotonou en 2020

	n	**%**
10 fois plus qu'une RxT de face	46	16,61
20 - 30 fois plus qu'une RxT de face	25	09,03
40 - 60 fois plus qu'une RxT de face	03	01,08
70 - 250 fois plus qu'une RxT de face	12	04,33
Près de 1000 fois plus qu'une RxT de face	15	05,42
Aucune idée	**176**	**63,54**
Total	**277**	**100,00**

La majorité des réponses étaient des sous-estimations. Seulement 12 prescripteurs avaient pu bien le situer entre 70 et 250 fois

3.2.3.3. Niveau de connaissance des doses de rayonnements reçues lors des examens courants de radiologie.

La figure 13 présente la répartition des prescripteurs selon leur niveau de connaissance en matière de dose de rayonnements reçue lors des examens courants de radiologie.

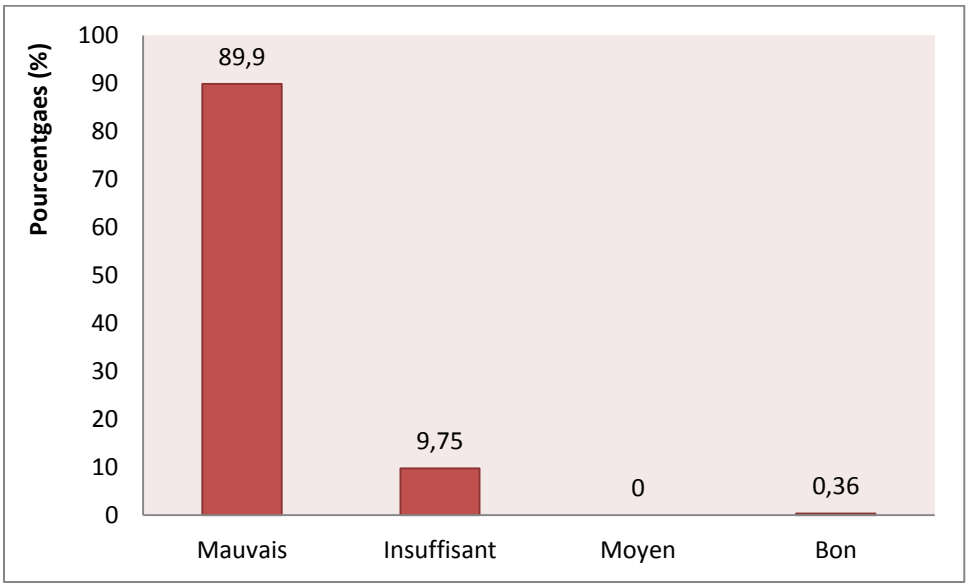


Figure 13: Répartition des praticiens selon le niveau de connaissance en matière de dose de rayonnements reçue lors des examens courants de radiologie, à Cotonou en 2020.

1 seul enquêté de la série avait un bon niveau.

3.2.3.4. Niveau de connaissance des prescripteurs en matière de dose de rayonnements reçue lors des examens courants d'imagerie selon les qualifications professionnelles.

La relation entre le statut, l'expérience professionnelle et l'hôpital de fonction d'une part et le niveau de connaissance en matière de dose de rayonnements reçue lors des examens courants d'imagerie d'autre part est présentée dans le tableau XX.

Tableau XX: Répartition du niveau de connaissance des prescripteurs en matière de dose de rayonnements reçue lors de certains examens courants d'imagerie selon les qualifications professionnelles, à Cotonou en 2020

	Non satisfaisant	Satisfaisant	Total	**P- value**
Statut				
Stagiaire interne	72	01	73	
Médecin en spécialisation	125	00	125	**0,42**
Médecin généraliste	38	00	38	
Médecin spécialiste	41	00	41	
Expérience professionnel				
≤ 1	30	00	30	
] 1 - 10]	138	00	138	-
] 10 - 20]	30	00	30	
> 20	05	00	05	
Hôpital de fonction				
CNHU	175	01	176	
HOMEL	34	00	34	
HIA	19	00	19	
CNHUPC	03	00	03	**0,9**
CNHUPP	06	00	06	
CNHUZ Suru Léré	22	00	22	
HZ Menontin	17	00	17	

L'association n'était pas statistiquement significative entre le statut, l'expérience professionnelle, le lieu de fonction et le niveau de connaissance en matière de dose de rayonnements reçue lors des examens de radiologie courants d'autre part.

3.2.4. Connaissance en matière de prescription d'examens radiologiques

3.2.4.1. Connaissance en matière de rédaction de bons d'examens d'imagerie

Le tableau XXI présente la répartition des réponses des prescripteurs de notre série selon les informations à renseigner sur un bon d'imagerie.

Tableau XXI: Répartition des prescripteurs selon les informations sur un bon d'examens radiologiques à Cotonou en 2020

	N	%
Identité	277	100,00
Examen à réaliser	274	98,92
Région anatomique à examiner	229	82,67
Indications	264	95,31
Hypothèses diagnostics	141	50,90
Nom du prescripteur	268	96,75
Contact du prescripteur	**37**	**13,36**
Signature du prescripteur	256	92,42

Le contact du prescripteur était l'élément le moins renseigné

3.2.4.2. Connaissances en matière de justification des examens d'imagerie

- **Prise en compte du rapport bénéfice/risque**

Le rapport bénéfice/risque était pris en compte lors de la prescription d'examens radiologiques par 195 prescripteurs (70,39%).

- **Communication du risque aux patients**

Seulement 121 prescripteurs (43,68%) expliquaient les risques liés à l'irradiation au cours d'un examen de radiologie aux patients.

- **Explication des risques de rayons X aux patients**

Pour les patients curieux d'en savoir plus sur les risques des rayons X, les réponses des prescripteurs sont présentées dans le tableau XXII.

Tableau XXII: Répartition des prescripteurs selon les informations données aux patients à propos des risques des rayons X, à Cotonou en 2020

	n	%
Aucun risque	39	14,08
Risques sont négligeables par rapport aux bénéfices attendus	**157**	**56,68**
Renvoi sur internet	01	00,36
Renvoi vers le radiologue	70	25,27
Changement de sujet	10	03,61
Total	**277**	**100,00**

Plus de la moitié des prescripteurs les rassuraient que les risques étaient négligeables par rapport aux bénéfices attendus pendant que d'autres prescripteurs évoquaient l'absence d'un quelconque risque lié aux rayonnements ionisants.

- **Collaboration entre médecins radiologues et les médecins prescripteurs**

Parmi nos enquêtés, 154 des prescripteurs (55,60%) avaient déclaré avoir déjà contacté un collègue médecin radiologue pour recueillir un avis avant la prescription d'un examen de radiologie à un patient. Par contre, seulement 169 prescripteurs (61,01%) savaient qu'un radiologue pouvait récuser de faire réaliser un examen prescrit par un médecin si celui-ci n'était pas justifié et pouvait proposer en retour une autre procédure radiologique.

- **Principe de Substitution**

Seulement 169 prescripteurs (soit 61,01%) vérifiaient si un examen de radiologie prescrit à un enfant ne pouvait être remplacé par un autre examen non irradiant comme une échographie.

- **Précautions particulières de prescription d'un scanner abdomino-pelvien à une femme en âge de procréer.**

La plupart des prescripteurs (61,37%) ne prenaient aucune précaution particulière lorsqu'ils prescrivent un scanner abdomino-pelvien à une femme en âge de procréer. Les précautions prises par la minorité sont résumées dans le tableau XXIII.

Tableau XXIII: Précautions prises par les prescripteurs en cas de prescription d'un scanner abdomino-pelvien à une femme en âge de procréer, à Cotonou en 2020

	n	**%**
Ecarter une grossesse	**62**	**86,30**
Tablier de plomb	04	05,48
Hors de la période ovulatoire	01	01,37
Avis du gynécologue	01	01,37
Bénéfice risque	01	01,37
Patient à jeun	02	02,74
Préparation psychologique	01	01,37
Total	**73**	**100,00**

La majorité s'assurait à raison de l'absence d'une éventuelle grossesse

- **Précautions particulières en cas de prescription d'un scanner des sinus à une femme en âge de procréer.**

Le tableau XXIV nous présente la répartition des réponses à ce sujet.

Tableau XXIV: Répartition des prescripteurs selon leurs réponses par rapport à la prise ou non de précautions particulières lors de la prescription d'un scanner des sinus à une femme en âge de procréer, à Cotonou en 2020

	n	**%**
Oui	57	20,58
Non	63	22,74
Je ne sais pas	**157**	**56,68**
Total	**277**	**100**

Plus de la moitié des enquêtés ne savaient pas s'il fallait prendre de précautions particulières ou non.

- **Guides de prescription du bon usage des examens d'imagerie**

Près de 80% des médecins prescripteurs impliqués dans notre étude ne savaient pas qu'il existait des guides de prescription de bon usage portant sur les indications des examens d'imagerie.

3.2.4.3. Niveau de connaissance en matière de rédaction et de justification des examens d'imagerie

La figure 14 présente la répartition des prescripteurs selon leur niveau de connaissance en matière de rédaction et de justification des examens d'imagerie.

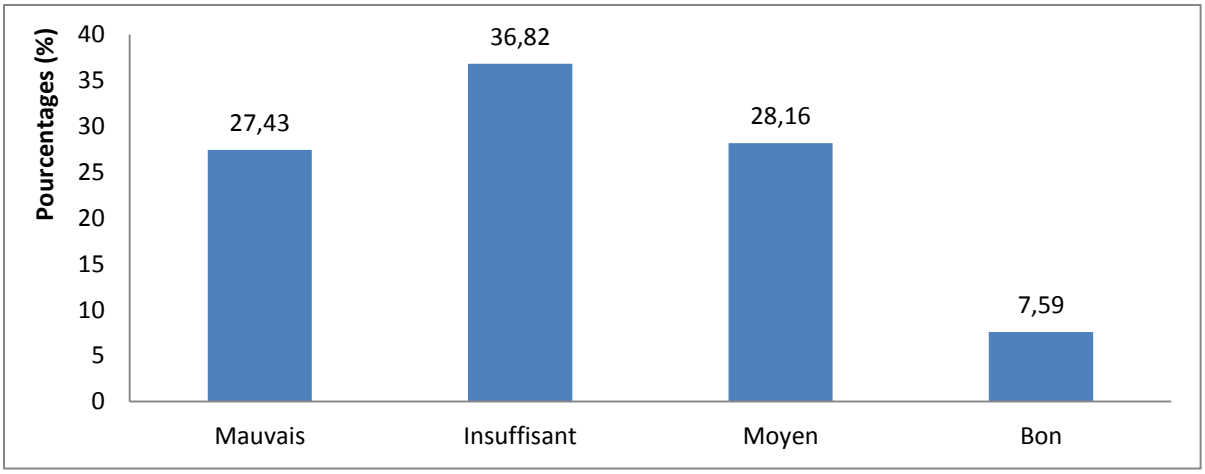


Figure 14: Répartition des prescripteurs selon le niveau de connaissance en matière de rédaction et de justification des examens d'imagerie, à Cotonou en 2020.

Seulement 7,59% des prescripteurs enquêtés avaient un bon niveau.

3.2.5. Niveau de connaissance global en matière de radioprotection des patients et répartition selon les qualifications professionnelles.

La figure 15 présente la répartition selon le niveau de connaissance globale.

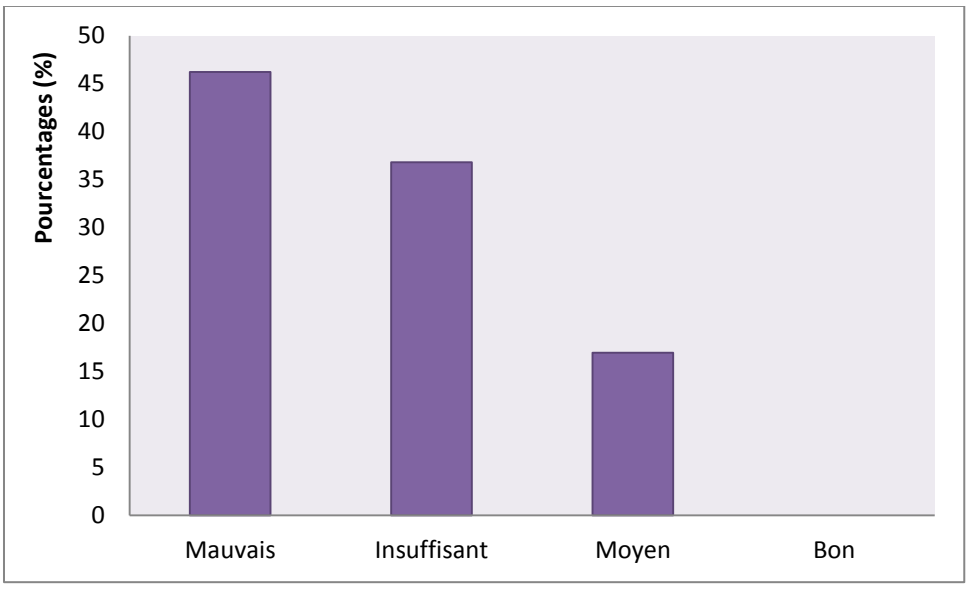


Figure 15: Répartition des prescripteurs selon le niveau de connaissances globale en matière de radioprotection des patients, à Cotonou en 2020.

La majorité des prescripteurs avaient niveau de connaissance globale mauvais ou insuffisant en matière de radioprotection des patients.

Le tableau XXV présente la répartition du niveau de connaissance globale des prescripteurs selon les qualifications professionnelles.

Tableau XXV: Répartition du niveau de connaissance globale des prescripteurs selon les qualifications professionnelles, à Cotonou en 2020.

	Non satisfaisant	Satisfaisant	Total	**P- value**
Statut				
Stagiaire interne	62	11	73	
Médecin en spécialisation	105	20	125	
Médecin généraliste	34	04	38	**0,12**
Médecin spécialiste	29	12	41	
Expérience professionnel				
≤ 1	27	03	30	
] 1 - 10]	114	24	138	**0,4**
] 10 - 20]	22	08	30	
> 20	04	01	05	
Hôpital de fonction				
CNHU	146	30	176	
HOMEL	30	04	34	
HIA	15	04	19	**0,48**
CNHUPC	03	00	03	
CNHUPP	04	02	06	
CNHUZ Suru Léré	20	02	22	
HZ Menontin	12	05	17	

L'association n'était pas statiquement significative entre le niveau de connaissance global des prescripteurs d'une part et les le statut, l'expérience professionnelle et l'hôpital de fonction d'autre part.

3.2.6. Autres

3.2.6.1. Désir de formation en radioprotection des patients

La quasi-totalité des prescripteurs (95,27%) souhaiteraient avoir une formation sur la radioprotection des patients.

3.2.6.2. Appréciation des prescripteurs de la radioprotection des patients dans leurs structures respectives

La figure 16 nous donne l'appréciation des prescripteurs par rapport au niveau de la radioprotection des patients dans leurs structures respectives.

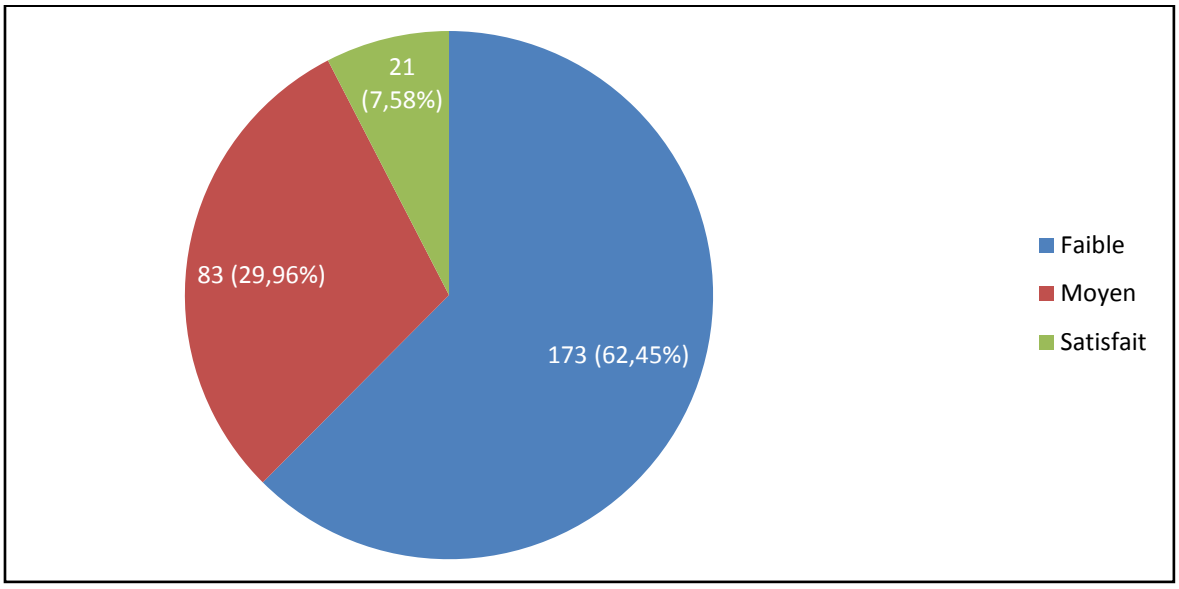


Figure 16: Répartition des prescripteurs selon l'appréciation de la radioprotection dans leurs structures hospitalières.

Plus de 60 % des prescripteurs pensaient faible, le niveau de radioprotection des patients dans leurs structures hospitalières.

3.2.6.3. Suggestions des enquêtés pour l'amélioration de la radioprotection des patients

Les différentes suggestions formulées par les prescripteurs pour améliorer la radioprotection des patients sont résumées dans le tableau XXVI.

Tableau XXVI: Suggestion des prescripteurs pour l'amélioration de la radioprotection dans les centres hospitaliers de Cotonou en 2020.

	n	**%**
Planifier des formations continues post universitaire des prescripteurs	**42**	**55,26**
Informer le personnel soignant et les patients de l'existence des risques d'exposition aux rayons ionisants	15	19,73
Améliorer le plateau technique en matériel et en ressources humaines	07	09,21
Vulgariser des documents sur la radioprotection	04	05,26
Faire de cette étude une application pratique	05	06,55
Assurer une meilleure collaboration entre prescripteurs et radiologues	02	02,62
Mettre à disposition les guides de bon usage des examens radiologiques	02	02,62
Total	**76**	**100,00**

4. DISCUSSION

La discussion de notre travail s'articulera autour des trois points suivants :

- Atteinte des objectifs
- Forces et faiblesses de l'étude
- Commentaires des résultats et comparaison avec les données de la littérature.

4.1. Atteinte des objectifs

Au terme de notre étude, nous pouvons dire que les objectifs ont été atteints. D'abord les caractéristiques sociodémographiques et individuelles des prescripteurs ont été décrites. Ensuite, le niveau de connaissances des prescripteurs en matière de radioprotection des patients a été déterminé. En ce qui concerne le niveau de connaissances en matière de sources des rayonnements ionisants ainsi que les effets délétères de ces rayonnements, le niveau était mauvais, insuffisant, moyen et bon dans respectivement 49,82%, 31,05%, 15,52% et 3,61%. Par rapport au niveau de connaissance en matière de protection contre les rayonnements ionisants, 38,27% avaient un niveau insuffisant, 25,63% avaient un niveau moyen et seulement 18,05% avaient un bon niveau. En ce qui concerne le niveau de connaissance en matière de dose de rayonnements reçue lors des examens courants de radiologie, 1 seul enquêté de la série avait un bon niveau, 89,9% (249) avaient un niveau mauvais. Pour ce qui est du niveau de connaissance en matière de rédaction et de justification des examens d'imagerie, seulement 7,59% des prescripteurs enquêtés avaient un bon niveau. Enfin, Aucun prescripteur n'avait un bon niveau global. La majorité des prescripteurs avaient soit un niveau de connaissance globale mauvais ou insuffisant en matière de radioprotection des patients.

4.2. Forces et faiblesses de l'étude

Notre étude avait été menée dans les centres hospitaliers et universitaires et les hôpitaux de zone du département du Littoral au Bénin. Le choix d'une étude transversale descriptive avec un échantillonnage exhaustif découlait de

notre souci de limiter les biais de sélection. Cette méthodologie était adaptée pour l'atteinte des objectifs que nous nous étions fixés. Cela nous permet de dire que les résultats de notre étude peuvent être extrapolés à l'ensemble des prescripteurs du département du Littoral.

L'enquête avait été réalisée par entrevue personnalisée afin de recueillir des informations spontanées et justes. Ainsi, le sujet enquêté n'avait pas la possibilité de consulter une référence sur internet ou un collègue ou une autre quelconque source d'informations. Cela a augmenté la sincérité et l'authenticité des réponses.

Ce travail a permis d'apprécier le niveau de connaissance en matière de radioprotection des différents prescripteurs hospitaliers du Littoral. Cette étude constituera un socle et un appui pour orienter les efforts en termes de formation des professionnels de santé au respect des normes de radioprotection en vigueur aussi bien sur le plan national qu'international.

Cette étude a quelques limites qui méritent d'être soulignées au nombre desquelles : l'absence d'un outil standardisé précédemment validé pour évaluer les Connaissances sur la radioprotection des patients. Cependant, le questionnaire utilisé dans notre étude a été élaborée après une revue approfondie de la littérature, ce qui a permis de prendre en compte la plupart des aspects étudiés par les enquêtes sur les connaissances des médecins en matière de radioprotection. Ensuite, la majorité de nos questions, étant fermée avec des réponses imposées dans une liste de propositions, ceci a pu donner la possibilité aux enquêtés de répondre au hasard et ainsi de ne pas rendre compte de la réalité de leurs connaissances. Toutefois, les questions à choix multiples sont des outils validés d'évaluation des connaissances médicales dans plusieurs facultés de médecine donc confèrent une certaine pertinence à la méthodologie utilisée **[83].** Enfin, la volonté de faire un questionnaire pouvant être rempli facilement et rapidement dans le but d'avoir un taux de réponse le plus élevé possible, ne nous a pas permis d'aborder certaines questions.

4.3. Commentaires et comparaison des résultats

4.3.1. Taux de participation

Cette étude fut bien acceptée par les prescripteurs du Littoral comme en atteste le taux de participation qui était de 86,56%. Ce taux bien que plus élevé que ceux obtenu par *Ongolo-Zogo et* ***al.*** au Cameroun (76,85%) **[84]**, Ahidjo et al au Nigéria (80,2%) **[21]** reste supperposable à ces derniers. Par contre une proportion plus élevée a été obtenue en Norvège (100%) par *Borgen et* **al**.**[85].** Cette différence avec le taux de participation de notre étude s'expliquerait par le fait que cette étude avait été réalisée en ligne via internet avec possibilité de plusieurs relances.

4.3.2. Formation en radioprotection

Nos résultats montrent que seulement 06,86% des prescripteurs avaient reçu une formation en radioprotection des patients. Ce taux est proche de celui retrouvé par *Rasha F. et* ***al.***, en Egypte (5.2%) **[86]** mais légèrement inférieur à celui obtenu par *Zougrana B.* au Burkina-Faso (9,02%) **[87]**. Dans ces deux pays, comme dans notre série, les participants n'avaient pas bénéficié d'une formation en radioprotection au cours de leur formation de base en médecine générale. *Ongolo-Zogo et* ***al.***, au Cameroun, avaient retrouvé une forte proportion (72,3%) des participants ayant reçu un enseignement spécifique en radioprotection pendant leur formation **[84]**. En effet sa population d'étude était constituée des DATR (Directement affecté aux travaux sous rayonnements) qui ont bénéficié d'une formation spécifique en radioprotection.

Pourtant selon Malone et al **[88]** en 2012 et Armao et al **[89]** en 2012, la meilleure manière de protéger un patient du rayonnement ionisant est de ne pas l'y exposer quand cela n'est pas nécessaire. S'abstenir d'examens inutiles bénéficie non seulement au patient en ce qui a trait à l'irradiation par la diminution des doses individuelles, mais contribue tant à un meilleur accès aux soins et à l'amélioration de l'efficacité des pratiques (services non surchargés

par de l'activité inutile), qu'à l'économie (les coûts des examens) et à la morale (ne pas faire d'examens inutiles qui n'apportent pas de bénéfices au patient).

4.3.3. Moyens d'information des prescripteurs sur la radioprotection des patients

Près de 36% des prescripteurs ne s'informaient pas sur la radioprotection des patients pendant que 41,88% avaient déclaré s'y tenir informés à travers des discussions entre collègues et autres spécialistes. Cette situation est préoccupante d'autant plus que les acteurs qui sont emmenés à toujours faire une pondération des risques et des bénéfices lors des prescriptions des examens irradiants ne sont pas réellement informés et ne disposent pas de moyens fiables d'informations sur la problématique de la radioprotection. Donc les effets potentiels des radiations ionisantes ne seraient pas réellement connus et par conséquent la pondération ne saurait être effective. Nul doute que la balance tombera toujours certainement du côté des bénéfices. **Boisseau G. en France** avait obtenu des proportions tout autant préoccupantes respectivement de 58% et de 22% **[16]**.

4.3.4. Connaissances en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants

Seulement 3,63% des prescripteurs avaient un bon niveau en matière de connaissance de sources et effets délétères des rayonnements ionisants.

Il existait un lien statistiquement significatif entre le nombre d'année d'expérience professionnelle et le niveau de connaissance en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants **(p=0,01).** En effet, les médecins prescripteurs ayant plus de 20 années d'expériences professionnelles connaissaient mieux les sources de rayonnements ionisants et leurs effets délétères. De plus, il existait également un lien statiquement significatif entre le statut du médecin prescripteur et le niveau de connaissance en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants **(p=0,02).** En effet, les

stagiaires internes connaissent mieux les sources et effets délétères des radiations ionisantes que les médecins spécialistes et ces derniers mieux que les médecins généralistes et médecins en spécialisation. Cette différence s'expliquerait par les notions apprises par les stagiaires internes au cours de leur externat pendant les cours de biophysique sur les rayonnements et leurs effets. Des notions qui seraient plus fraiches comparativement aux autres prescripteurs de notre population d'étude. Par contre, dans le Borgou, Mamadou W. avait retrouvé une meilleure connaissance des sources par les spécialistes **[22]**. Ceci s'expliquerait par la présence de 3 médecins radiologues dans sa population d'étude qui auraient certainement améliorés le score de l'ensemble des spécialistes.

- **Connaissance des examens irradiants**

Sur l'ensemble des médecins prescripteurs, respectivement 267 (96,38%), 243 (87,73%), 214 (77,26%) avaient correctement répondu que la radiographie, le scanner et la mammographie étaient des examens d'imagerie irradiants. Par contre, 133 (48,01%) et 02 (00,72%) avaient respectivement reconnu à tort que l'IRM et l'échographie étaient des techniques d'imagerie irradiantes. Cette proportion de prescripteurs de notre étude qui ignorait le caractère non irradiant de l'IRM est nettement supérieure à celle retrouvée par Boisseau et al (12%) **[16]**, Arslanoglu et al (27,4%) **[90]** et Shiralkar et al (8%) **[91]**. Ce contraste s'expliquerait par l'accessibilité plus facile à l'IRM dans leurs pays et donc la demande de cet examen faisant partie intégrante de leur pratique médicale. Par contre, notre proportion (48,01%) est nettement inférieure à celle obtenue par Ahidjo et al (86%) au Nigéria **[21]**. En ce qui concerne l'échographie, Arslanoglu et al et Shiralkar avaient retrouvé des proportions respectives de 4% et 5% des enquêtés qui considéraient à tort que l'échographie était une technique d'imagerie irradiante **[90,91]**.

- **Effets délétères des rayonnements ionisants**

Seulement un peu plus de la moitié des prescripteurs (51,99%) avait correctement identifié les gonades comme étant le tissu le plus radiosensible. En effet, d'après la loi de Bergonié-Tribondeau, plus une cellule est jeune, peu différenciée et à forte activité mitotique, plus elle est radiosensible **[92]**. Néanmoins, près de la moitié (48,01%) des prescripteurs de notre étude n'avaient pas correctement identifié le tissu le plus radiosensible chez l'homme. Ekşioğlu *et al.* jugeaient pourtant comme acquis, la connaissance de cette plus grande sensibilité des gonades **[93]**. D'autres études montrent également ce défaut de connaissance notamment celle de Zhou *et al.* au sein de sa population d'étude mais avec une proportion plus faible d'erreur (17%) **[94]** et en France, celle de Boisseau et al dans une proportion de 35% au sein des médecins généralistes **[16]**.

De même, le risque de cancer radio-induit lié à la réalisation d'un seul scanner abdominopelvien standard, selon les dernières conférences de consensus, était largement sous-estimé par 38,63 % des prescripteurs de notre série. Pour Lee et al. qui ont publié une étude comparable en 2004 **[95]**, seulement 9 % des urgentistes pensaient qu'il existait une augmentation du risque de cancer radio-induit du fait de la réalisation d'un seul scanner abdomino-pelvien. D'autres études de la littérature retrouvent cette sous-estimation du risque de cancer radio-induit lié à la réalisation d'un seul scanner **[9, 96,97]**. Par contre, 61(22,02%) avaient correctement évalué ce risque. Dans une étude publiée en 2007 évaluant les connaissances en matière de risque de cancer radio-induit lié aux faibles doses de rayons X chez des chirurgiens pédiatriques, Rice et al. avaient retrouvé un résultat meilleur **[96]**. En effet, 31 % des praticiens avaient correctement évalué le risque de cancer radio-induit du fait de la réalisation d'un seul scanner abdomino-pelvien. Ces résultats plus favorables étaient liés au fait qu'il s'agisse d'une étude réalisée chez des

chirurgiens pédiatriques, population de médecins traditionnellement plus sensibilisée aux principes de la radioprotection.

4.3.5. Connaissance des moyens de protection contre les rayonnements ionisants

Il existait un lien statistiquement significatif entre l'ancienneté professionnelle et le niveau de connaissance des moyens de protection contre les rayonnements ionisants **(p=0,03).** En effet, les médecins prescripteurs ayant plus de 20 années d'expérience professionnelle avaient un meilleur niveau de connaissance. Par contre, ce niveau de connaissance n'était ni influencé par le statut du prescripteur, ni la structure de fonction.

On retrouve que 50 (18,05%) des prescripteurs avaient un bon niveau en matière de connaissance des moyens de protection contre les rayonnements ionisants. Ce résultat n'est pas surprenant, en effet, seulement :

- 25,99% des répondants connaissaient les moyens individuels de protections contre les rayonnements ionisants ;
- 37,18% connaissaient les moyens collectifs de protections contre les rayonnements ionisants ;
- 28,16% connaissaient l'existence de recommandations nationales sur la radioprotection des patients. Un seul prescripteur avait pu donner l'exemple de l'ANSR ;
- 53,43% connaissaient l'existence de recommandations internationales sur la radioprotection des patients. Seulement 16 prescripteurs ont pu donner l'exemple d'une législation dont 15 AIEA et 1 CIPR. Même constat fait par Kouamé et al. En effet, La plupart des médecins prescripteurs de radiologie (84,2 %) ignoraient l'existence de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) **[19]**.

D'autres études ont trouvé des résultats meilleurs que le nôtre. *Rasha F. et **al.***, avaient retrouvé que 24% des médecins avaient une mauvaise connaissance

des moyens de protection des sources de RI **[88]**. Ceci s'expliquerait par la qualité professionnelle de sa population d'étude constituée de médecins radiologues, de radiothérapeutes et d'oncologues.

4.3.6. Dose de rayonnements reçue lors des examens courants de radiologie

Le ratio entre la dose d'irradiation d'une radiographie thoracique de face et d'un scanner thoracique standard était largement méconnu et sous-estimé par 255 (92,05%) des prescripteurs. Or, la connaissance des doses délivrées lors des examens de radiologie est une obligation légale pour le médecin **[20]**. Ce déficit n'était lié ni au statut du prescripteur, ni à l'ancienneté professionnelle, ni à la structure de fonction. Notre proportion est proche de celle obtenue par Gervaise et al. (88%) en France **[14]**. Dans une étude publiée en 2004, Jacob et al. **[98]**, retrouvaient également, dans une population de médecins hospitaliers, une large sous-estimation du rapport de dose entre un scanner abdomino-pelvien et une radiographie thoracique de face (seulement 30 % des praticiens avaient correctement estimé ce rapport). Dans leur étude datant de 2013 et portant sur une population de praticiens hospitaliers, Günalp *et al.* retrouvaient un taux équivalent de 78,3% **[99]**. Plus récemment Boisseau et al en 2016 avaient retrouvé également une mauvaise connaissance avec une sous-estimation du rapport de doses entre scanner thoracique et une radiographie thoracique de face au sein des médecins généralistes **[16]**.

4.3.7. Connaissances en matière de rédaction d'examens d'imagerie et de justification des examens

De façon globale, notre étude met en exergue une mauvaise connaissance des praticiens en matière de justification des demandes d'examen de radiologie. Seulement, 7.59% avaient un bon niveau. Cette proportion est largement supérieure à celle obtenue par Mamadou W. et al dans le Borgou qui était de 0,66%, tout autant préoccupante **[22]**. Cette différence pourrait s'expliquer par la présence des médecins en spécialisation dans notre effectif.

- **Prise en compte du rapport bénéfice risque et communication du risque au malade**

Notre étude confirme la mauvaise connaissance de la part des prescripteurs des doses délivrées lors de la réalisation d'un scanner abdomino-pelvien et la large sous-estimation du risque de cancer radio-induit qui en découle, compte tenu des données actuelles de la littérature. Il est ainsi logique qu'une part non négligeable d'entre eux ne prenne en compte le rapport bénéfice/risque lors de la prescription des examens irradiants et qu'une grande majorité des prescripteurs n'informent pas le patient des risques. Ce constat n'est pas isolé à nos centres hospitaliers et est au contraire tout à fait concordant avec les données de la littérature. De nombreuses études rapportent des résultats équivalents. Dans notre étude, 195 (70,39%) avaient déclaré tenir compte du rapport bénéfice/risque pendant que 121 (43,68%) informaient les patients des risques des rayons X. Nos données étaient légèrement supérieures à celles de Gervaise et al. qui trouvaient que 70% des praticiens avaient déclaré prendre en compte les risques liés aux rayons X lors de la prescription d'un scanner et 25% qui informaient le patient **[14]**. Mais nos chiffres sont inférieurs à ceux obtenus par Zoungrana et al. qui avaient trouvé que 82,92% de leurs enquêtés prenaient en compte le rapport bénéfice/risque lors de la prescription d'examen d'imagerie et seulement 40% des enquêtés informaient les patients des risques de rayonnements ionisants **[89]**.

Nous constatons ainsi qu'il y'a un déficit de communication des soignants dans le cadre de l'information des patients sur les risques des rayons X. Cela est identifié comme étant l'une des causes de la surutilisation (examen futile qui n'apporte aucun bénéfice concret) par Armao et al. En effet, le manque d'information des patients amène à des attentes plus fortes envers l'imagerie ce qui contribue également à la surutilisation **[87].** A titre d'exemple, la croyance qu'une image va permettre de tout découvrir sur l'état de santé de la personne et

que les informations seront forcément objectives, et cela sans la connaissance des risques qui en découlent.

Il est vrai qu'à l'heure actuelle la charge de l'information revient au réalisateur de l'acte **[100].** Toutefois, une enquête réalisée en 2014 montrait que les patients préféraient être informés par le prescripteur de l'acte et ils étaient 95% à attendre une information sur les rayonnements ionisants et leurs risques **[101].**

- **Précautions chez une femme en âge de procréer et une femme enceinte**

Lors de la réalisation d'un scanner abdominopelvien chez une femme en âge de procréer, seulement 107 (38,63%) de nos répondants cherchaient à savoir si la patiente était enceinte ou non. Cette attitude est tout à fait correcte mais cette proportion reste toutefois très faible comparativement à celle obtenue Boisseau et al (96%) et par Francky et al (57,3%) **[16,20]**. La prise en charge radiologique de la femme en âge de procréer ou de la femme enceinte ou susceptible de l'être commence depuis la salle de consultation avec le médecin prescripteur jusqu'aux différentes étapes dans le service de radiologie. Dans ce processus, l'enquête systématique sur l'éventuel état de grossesse, ou la recherche de la date des dernières règles, est un élément fondamental pour éviter toute exposition aux rayons X de l'embryon ou le fœtus ou de prendre certaines précautions pour amoindrir la dose de rayons X à délivrer **[102]**. Selon McCollough *et al* en 2007, les effets biologiques potentiels des expositions à des radiations *in utero* d'un fœtus en développement incluent la mort prénatale, le retard de croissance intra-utérin, une microcéphalie, un retard mental, des malformations d'organes, et des cancers infantiles. Le risque de chaque effet dépend de l'âge gestationnel au moment de l'exposition, du fœtus, des mécanismes de réparation cellulaire, du niveau d'irradiation et de la dose absorbée **[103]**. Donc la recherche d'une grossesse avant l'exposition d'une patiente en âge de procréer est une obligation pour le médecin. En effet, une

étude rétrospective réalisée en 2012 chez des femmes enceintes ayant été soumise à des rayonnements ionisants par erreur, montrait que pour 43 % d'entre elles, les prescripteurs n'avaient pas cherché à savoir si elles étaient enceintes au moment de la prescription du scanner **[104]**. Un simple questionnement de la patiente permet bien souvent d'écarter l'hypothèse d'une grossesse. Au moindre doute, un dosage sérique des βHCG s'impose, mais sa réalisation systématique est plus discutable.

Parallèlement, lors de la réalisation d'un scanner des sinus chez une femme en âge de procréer, 157 (56,68%) ne savaient pas s'il fallait prendre de précautions particulières ou non pendant que 57 (20,58%) de nos enquêtés prenaient à outrance une précaution particulière qui consistait à écarter une grossesse. Or dans la littérature, on note l'absence d'irradiation directe du fœtus par le faisceau de rayons X lors de l'acquisition d'un scanner des sinus. La dose délivrée au fœtus due au rayonnement diffusé lors d'un scanner du sinus est donc négligeable **[103]**. Cette attitude des médecins prescripteurs vis-à-vis de la prescription d'un scanner des sinus ou d'un scanner abdominopelvien chez une femme en âge de procréer confirme l'absence de sensibilisation des prescripteurs de notre population d'étude à la radioprotection des patients.

- **Respect du principe de substitution**

Près de 40% de nos enquêtés, lors de la prescription d'un examen utilisant des rayonnements ionisants, ne s'assuraient pas de la possibilité de remplacer cet examen par une alternative non irradiante comme une échographie. Ceci n'est pas étonnant au vu de la connaissance insuffisante de nos prescripteurs tant au niveau des doses délivrées aux patients qu'au niveau des effets délétères potentiels des rayonnements ionisants. Cela conforte l'idée que le principe de justification, pierre angulaire de la radioprotection n'est pas toujours respecté. A Yopougon, Kouamé et al avaient retrouvé sur le plan de la capacité de substitution des examens radiologiques que 57,9 % des médecins prescripteurs ne connaissaient pas de substitut d'examen non-irradiant en cas de varices et de

thrombose chez une femme enceinte. En cas de lithiase ou de toute pathologie digestive haute chez une femme enceinte, 52,6 % des médecins prescripteurs ne connaissaient pas de substitut d'examen non irradiant. En cas de pathologie digestive basse, 63,2 % des médecins prescripteurs ne savaient pas quel examen non irradiant substituer **[19]**.

- **Collaboration prescripteurs et médecins radiologues**

Un peu plus de la moitié de nos prescripteurs ont déclaré avoir déjà contacté un radiologue pour recueillir son avis avant la prescription d'un examen d'imagerie et 61,01% des prescripteurs ne savaient pas que le radiologue pouvait récuser de faire réaliser un examen prescrit si celui-ci n'était pas justifié et pouvait proposer en retour une autre modalité d'imagerie. Francky et al **[20]** avaient trouvé une proportion plus faible de 30,9%. Cette situation serait due à un déficit de communication entre médecins radiologues et les prescripteurs.

4.3.8. Existence des guides de prescriptions

Seulement 20,58% de nos enquêtés savaient qu'il existait des guides de prescriptions de bon usage portant sur les indications des examens d'imagerie. Or ces guides ont été élaborés par la Société française de radiologie (SFR) en collaboration notamment avec la Société française de médecine nucléaire (SFMN). Ils sont conçus pour répondre aux exigences de la Directive EURATOM 97/43 dédiées à la radioprotection des patients. Les objectifs du guide étant de réduire l'exposition des patients par la suppression des examens d'imagerie non justifiés**,** réduire l'exposition des patients par l'utilisation préférentielle des techniques non irradiantes (imagerie ultrasonore et imagerie par résonance magnétique), améliorer les pratiques cliniques par la rationalisation des indications des examens d'imagerie, servir de référentiel pour les audits cliniques.

Gervaise et al **[14]** au sein d'une population d'étude constituée des praticiens hospitaliers en France avaient une meilleure proportion de 59 % de même que Francky et al **[20]** (73,5%) au sein des services de médecine interne et des urgences des Centres Hospitaliers et Universitaires de Bangui. Cette différence s'expliquerait par la faible sensibilisation et un déficit de formation des prescripteurs sur les thématiques de radioprotection dans notre pays.

4.3.9. Désir d'être formé à la radioprotection des patients

La quasi-totalité de nos enquêtés soit 95,27%, étaient favorables pour recevoir une formation sur la radioprotection des patients. Proportion d'ailleurs plus importante que celle obtenue par Boisseau et al **[16]** (78%) en France au sein des médecins généralistes. Ce qui est intéressant puisque cela traduirait tout l'intérêt des prescripteurs par rapport au sujet et leurs prises de conscience de l'importance d'une telle formation. Formation d'ailleurs importante que la Société Radiologique d'Afrique Noire Francophone (SRANF) a instauré depuis quelques années pour les médecins généralistes, spécialistes et les techniciens en imagerie. La formation est certifiée d'un diplôme en radioprotection des patients. Deux principales raisons expliquent l'importance d'une telle formation auprès des prescripteurs d'examens irradiants. Tout d'abord, en accord avec le principe de précaution ALARA et dans l'optique de diminuer au maximum les doses délivrées aux patients, les prescripteurs ont un rôle important quant à la justification des examens d'imagerie irradiants. Cette responsabilité implique que le prescripteur s'interroge sur le bénéfice par rapport au risque d'exposition, l'objectif étant d'obtenir l'information diagnostique recherchée au moyen de la dose d'exposition la plus faible. Toute irradiation, si faible soit-elle, doit être également justifiée par l'absence d'examen alternatif non irradiant (notamment échographie ou IRM) **[97]**. Deuxièmement, la formation des praticiens à la radioprotection vise à leur permettre de mieux informer les patients par rapport à la balance bénéfice/risque liée à la prescription d'un examen d'imagerie

irradiant. Comme dans notre étude et dans les autres articles publiés **[14,16,95,96]**, cette information reste très peu communiquée. L'apport systématique au patient d'une telle information nous semble toutefois excessif et discutable. La mention d'un risque de cancer radio-induit ne doit pas dissuader le patient de recourir à un examen qui s'avère souvent nécessaire et dont l'absence peut être plus délétère qu'un risque hypothétique de cancer radio-induit. Toutefois, dans certaines circonstances, cette information semble indispensable. C'est, par exemple, le cas particulier des femmes enceintes ou de jeunes patients présentant une pathologie chronique nécessitant la réalisation répétée de scanner (maladie de Crohn ou mucoviscidose par exemple). Enfin, les médecins prescripteurs doivent s'attendre à répondre aux interrogations émanant directement des patients. En effet, de nombreuses informations sont dorénavant directement disponibles par le patient lui-même, que ce soit dans la presse grand public ou sur internet. Il existe par exemple une application iPhone **[105]** et un site internet **[106]** permettant de calculer pour chaque type d'examen d'imagerie irradiant un risque de cancer radio-induit. C'est dans ce contexte que le prescripteur doit être capable de justifier la réalisation d'un examen irradiant comportant un risque éventuel de cancer radio-induit. Le prescripteur doit notamment insister sur le bénéfice attendu de l'examen et sur le rapport bénéfice/risque qui en découle (alors que les informations directement accessibles aux patients n'abordent souvent que la notion de risque et non celle du bénéfice). Les prescripteurs doivent également connaître les modalités de calcul d'un tel risque et le débat actuel concernant sa probable surestimation **[14]**.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

CONCLUSION

Au terme de cette étude visant à évaluer le niveau de connaissance des prescripteurs des examens irradiants des différents centres hospitaliers du littoral en matière de radioprotection des patients, il en ressort un défaut de connaissance global à tous les niveaux. De façon plus spécifique un défaut de connaissance au niveau des doses de rayons X administrées aux patients ainsi que les risques potentiels de cancers qui en découlent, au niveau de la justification des examens et enfin au niveau de la communication du risque aux malades. Des études similaires doivent être entreprises au bloc opératoire auprès des chirurgiens qui font usage des rayons X pour certaines interventions, en pédiatrie auprès des pédiatres vu le terrain plus vulnérable des enfants et enfin également auprès des patients. Cela permettra la mise en place de mesures correctrices en particulier l'introduction et le renforcement des notions de radioprotection dans la formation initiale des médecins mais également l'organisation de formations continues à l'endroit du personnel soignant. Ceci dans le but de garantir la sécurité des actes radiologiques pour nos populations.

SUGGESTIONS

A l'endroit du Ministère de la Santé

- Assurer la formation continue des professionnels de santé en radioprotection des patients.
- Apporter un appui matériel et financier pour les recherches en radioprotection.
- Doter les services d'imagerie d'un plateau technique riche en ressources matérielle et humaine.

A l'endroit de l'ANSR

- Etablir un document portant sur les directives à suivre par les techniciens et les demandeurs des examens radiologiques.
- Sensibiliser le personnel de santé et la population sur les effets délétères des RI.
- Elaborer des guides de prescription de bon usage portant sur les indications des examens d'imagerie.

A l'endroit des responsables des hôpitaux

- Mettre en œuvre les réglementations nationales en matière de radioprotection dans les services d'imagerie médicale ;
- Mettre à la disposition des praticiens, des équipements de radioprotection ;
- Faciliter la formation continue du personnel ;
- Standardiser les bulletins de demande des examens d'imagerie et
- Instaurer des audits cliniques.

A l'endroit des demandeurs

- Veiller à une meilleure justification des actes en prenant en compte le rapport bénéfice /risque lors de la demande des examens d'imagerie médicale.
- Instaurer les concertations pluridisciplinaires.
- Utiliser les guides de bon usage des examens de radiologie.

REFERENCES

1. Doudenkova V. Enjeux éthique en radiologie diagnostique : Comment la bioéthique peut-elle contribuer à la radioprotection du patient ? [Mémoire de maitrise]. Canada. Université de Montréal, faculté des études supérieures et postdoctorales ;2015

2. Hricak H, Brenner DJ, Adelstein SJ, Frush DP, Hall EJ, Howell RW, et al. Managing radiation use in medical imaging: a multifaceted challenge. Radiology. 2011;258(3):889–905.

3. Holmberg O, Czarwinski R, Mettler F. The importance and unique aspects of radiation protection in medicine. Eur J Radiol. 2010;76(1):6–10.

4. De González AB, Mahesh M, Kim K-P, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, et al. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. Arch Intern Med. 2009;169(22):2071–2077.

5. Etard C, Sinno-Tellier S, Aubert B. Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2007. Inst Veille Sanit.[En ligne]. 2010 [Cité 12 Février 2021]. Disponible sur: http://www.irsn.fr/FR/Documents/RA2010/IRSN_INVS_Rapport_Expri_03 2010.pdf

6. Institut Régional de Sureté Nucléaire. Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2012 [En ligne]. IRSN ; 2014[cité 12 février 2021]. Available from : http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotecti on/IRSN-PRP-HOM-2014-6_Exposi -

7. Brenner DJ, Doll R, Goodhead DT, Hall EJ, Land CE, Little JB, et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. Proc Natl Acad Sci. 2003; 100(24):13761–66.

8. Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, Kim K-P, Mahesh M, Gould R, et al. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. Arch Intern Med. 2009; 169 (22):2078–86.

9. Council N. BEIR VII Phase 2: Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation.National Academies Press. [En ligne]. 2006 [Cité 12 février 2021]. Disponible sur:http://www.nap.edu/catalog/11340§.

10. Doss M. Linear no-threshold model vs. radiation hormesis. Dose-Response. 2013;11(4):480-497.

11. Tubiana M. Dose–effect relationship and estimation of the carcinogenic effects of low doses of ionizing radiation: The joint report of the Académie des Sciences (Paris) and of the Académie Nationale de Médecine. Int J Radiat Oncol.2005;63(2):317-9.

12. Conseil de l'Union Européenne. Directive n° 2013/59/Euratom du 05/12/13 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants [En ligne]. [Cité 12 février2021]. Disponible :
https://aida.ineris.fr/consultation_document/31483

13. Thibierge M, Fournier L, Cabanis EA. Principes de responsabilité médicale et exercice en imagerie médicale. J Radiol Paris. 1999;80(7):701–7.

14. Gervaise A, Esperabe-Vignau F, Pernin M, Naulet P, Portron Y, Lapierre-Combes M. Évaluation des connaissances des prescripteurs de scanner en matière de radioprotection des patients. J Radiol. 2011;92(7):681–7.

15. Thomas KE, Parnell-Parmley JE, Haidar S, Moineddin R, Charkot E, BenDavid G, et al. Assessment of radiation dose awareness among pediatricians. Pediatr Radiol. 2006; 36(8):823–32.

16. Boisseau G. Évaluation des connaissances des médecins généralistes du service de santé des armées en matière de radioprotection des patients. [Thèse en ligne].Nancy : Université de Lorraine, faculté de médecine de Nancy ;2016 [cité le 25 févier 2021]. Disponible https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01931804.

17. Hendee WR, Becker GJ, Borgstede JP, Bosma J, Casarella WJ, Erickson BA, et al. Addressing overutilization in medical imaging. Radiology. 2010;257(1):240–45.

18. Nikiema Z, Tankoano AI, Bicaba D, Sombie I, Zoungrana B, Cisse R. Évaluation des connaissances des praticiens sur la radioprotection des patients au Burkina Faso. J Afr Imag Médicale. 2017;9(3) : 101-5.

19. Kouamé N, Ngoan-Domoua AM, Sétchéou A, Nezou BJP, Konan KD, N'Gbesso RD, et al. Grossesse et risques d'irradiations en radiodiagnostic : état des connaissances des usagers au CHU de Yopougon. Radioprotection. 2012;47(4):553-60.

20. Francky KBS, Henri D, Euloge BT, Moise O, Timothée M. Connaissances des Prescripteurs en Radioprotection des Patients en Centrafrique. Eur Sci J.2019;15(12) :1-10

21. Ahidjo A, Garba I, Mustapha Z, Abubakar AM, Usman UA. Referring doctors knowledge about radiation doses in patients undergoing common radiological examinations. Glob J Radiol Ther Pp. 2014;3:006.

22. Mamadou W. Connaissances des praticiens hospitaliers du Borgou sur la radioprotection des patients [Thèse]. Parakou,Université de Parakou - Faculté de Médecine ; 2018.

23. Clerc H. Effets biologiques des rayonnements ionisants et normes de radioprotection.[En ligne] 1er Mars 1991. [cité 23 février 2021]. Disponible sur: https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/10176910.

24. Ben Tekaya M. Préparation d'un matériau de référence pour la mesure de la radioactivité naturelle [Mémoire de master en ligne]. Carthage: Université de Carthage; 2010 [cité 20 Janvier 2021]. Disponible sur: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/41/072/41072961.pdf

25. Metivier H. Ecole thématique. Ecole Joliot Curie"Production d'énergie nucléaire et traitement des déchets: des filières d'aujourd'hui aux solutions innovantes". Principes et normes de radioprotection; du 9-14 Septembre 1996 Maubuisson, France: 15è session 1996.

26. Techno-Science.net. Rayonnement : définition et explications [En ligne]. [cité 14 janv 2021]. Disponible sur: https://www.techno-science.net/definition/8090.html

27. Commission Canadienne de Sureté Nucléaire. Introduction au rayonnement [En ligne]. [cité le 14 Janvier 2021]. Disponiblesur:https://www.cnscccsn.gc.ca/fra/resources/radiation/index.cfm

28.Galle P, Paulin R. Biophysique: radiobiologie, Radiopathologie. 3éme éd. France, Paris: Masson. 2000. 247 p.

29. Jimonet C, Métivier H. Personne compétente en radioprotection: Principes de radioprotection, réglementation. Les Ulis, France: EDP Sciences; 2007.

30. Hamarsheh A, Ahmed M. Assessement of physicians knowledge and awareness about the hazards of radiological examination on the heath of their patients. EMHJ 2012 ; 18(8):875-81.

31. Goulston R, Davies J, Horner K, Murphy F. Dose optimization by altering the operating potential and tube currentexposure time product in dental conebeam CT: asystematicreview. DentomaxillofacRadiol. 2016;45(3):1-16.

32. Autorité de Sureté Nucléaire.Rapport de l'ASN sur l'état de la sureté nucléaire et de la radioprotection en en France en 2014. [En ligne]. Paris:ASN; 2014 [cité 21 janv 2021]. Disponible sur: https://www.asn.fr/Informer/Actualites/Rapport-de-l-ASN-2014 302-303

33. MJ G, JR R, Yaldo-Poltorak, D, Hewson M. An approach to teach communication skills to radiology residents. Pediatr Radiol. 2005;35:381–6.

34. Cordoliani Y-S, Foehrenbach H. Grandeurs et unités en radioprotection. In: Radioprotection en milieu médical. 3rd ed. Elsevier Masson SAS; 2014. p. 31–40.

35. Société Française d'Énergie Nucléaire. La radioactivité [En ligne]. [cité le 21 Janvier 2021]. Disponible : http://www.sfen.org/energie-nucleaire/surete-nucleaire/radioactivite

36. Imagerie médicale. Dans Encyclopédie Larousse [En ligne]. [cité 19 janv 2021].Disponiblesur:https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/imagerie_m%C3%A9dicale/13805

37. Simand-Vernin C. La radiographie (II). Qu'est-ce qu'un rayon X ? Comment en produire ? Quel mécanisme permet d'obtenir une radiographie ? [En ligne]. 2007 [cité 26 août 2019]. Disponible sur: http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/la-radiographie-ii-quest-ce-quun-rayon-x-comment-en-produire-quel-mecanisme-permet-dobtenir-une-radiographie-1197

38. Nissrine A. Etude des verres pour la dosimétrie fibrée de rayonnements ionisants [Thèse en ligne].Optique et lasers. Université de Lille;2018 [cité 19 janvier 2021].Disponible sur: https://www.google.com/search?

39. Autorité de Sureté Nucléaire. Les utilisations médicales des rayonnements ionisants. In: Rapport Annuel 2009. 2009. 290–313

40. Société Francaise de Radiologie, Société Francaise de Biophysique et de Médecine Nucléaire. Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale. SFR Paris1st ed. 2005. 91 p.

41. Cordoliani Y-S, Foehrenbach H. Doses délivrées au patient en radiodiagnostic. Quantification et optimisation. In: Radioprotection en milieu médical. 3rd ed. Elsevier Masson SAS; 2014. p. 131–9.

42. Andrey P, Lacroix L, Chetioui A, Gault N, Ferrand R, Ricard M, et al. Les rayonnements et le vivant. [En ligne] 2004 [cité le 19 Janvier 2021]. Disponible sur https://www.cenbg.in2p3.fr/heberge/EcoleJolioCurie.

43. Jimonet C, Moterier H. Personne Compétente en radioprotection. Principes de radioprotection-réglementation. Les Ulis,Paris: EDP Sciences; 2007.

44. Régent D, Lisbona A, Masson F, Nöel A. Formation de l'image radiante. In: Scanner et rayons X [En ligne]. Paris: Elsevier Masson; 2013 [cité 20 Janv 2021]. p. 61‑84. (Imagerie Médicale Formation). Disponible sur: https://www.em-consulte.com/article/818528/formation-de-l-image-radiante

45. Adjovi B. Etat des lieux de la radioprotection du personnel des services d'imagerie médicale du nord-Bénin en 2017 [Thèse]. Parakou: Université de Parakou - Faculté de Médecine; 2017.

46. Autorité de Sûreté Nucléaire. Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2017. [En ligne]. Paris:ASN; 2018 [cité le 20 Janvier 2021]. Disponible sur: https://www.asn.fr/annual_report/2017fr/203/

47. Cordoliani Y-S, Foehrenbach H. Radioprotection en milieu médical : Principes et mise en pratique. 3e éd. Paris: Elsevier Masson; 2014. 248 p.

48. Antoni R, Bourgois L. Physique appliquée à l'exposition externe: Dosimétrie et radioprotection. France, Paris: Springer-Verlag; 2013. 467 p.

49. Cressier D. Synthèse et évaluation de nouveaux dérivés organiques et organométalliques contre les effets des rayonnements ionisants [En ligne] [Thèse]. [Toulouse]: Université de Toulouse; 2010 [cité 10 janvier 2021]. Disponible sur: http://thesesups.ups-tlse.fr/1027/1/Cressier_Damien.pdf

50. Malate FO. Etat des lieux de la radioprotection des patients dans les services d'imagerie medicale du Nord-Benin en 2018 [Thèse]. [Parakou]: Université de Parakou - Faculté de Médecine; 2018.

51. Métivier H, Lauwers B, Paul D, Aubineau-lanièce I. Radioprotection et ingénierie nucléaire. [En ligne]. Paris: EDP Sciences; 2006. 505 p. (Génie Atomique).[Cité le 12 février 2021]Disponible sur: https://www.decitre.fr/livres/principes-de-radioprotection-9782868839480.html#resume

52. Sangronio B. Radioprotection du personnel et des patients exposés aux rayons X : cas du Centre National Hospitalier et Universitaire Hubert Koutoukou MAGA de Cotonou. [Mémoire de licence]. [Cotonou]: Université d'Abomey-Calavi – Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi; 2015.

53. Nénot J, Brenot J, Laurier D. Publication 103 de la CIPR : Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique. Paris: Tec & Doc-Lavoisier; 2009.

54. Masse R. Rayonnements ionisants. Comptes Rendus Académie Sci - Ser III - Sci Vie. juill 2000;323(7):633‑40.

55. Commission canadienne de sureté nucléaire. Effets biologiques du rayonnement [En ligne]. [cité 14 janv2021].Disponiblesur:https://www.cnscccsn.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-health-effects.cfm

56. Cordoliani Y-S, Foehrenbach H. Effets biologiques des rayonnements ionisants. In: Radioprotection en milieu médical. 3rd ed. Elsevier Masson SAS; 2014. p. 55–69.

57. Marande JL. Radioprotection des personnels et des opérateurs en radiologie interventionnelle. J Radiol. 2010;91(11):1236.

58. Cordoliani Y-S, Foehrenbach H. Effets pathologiques des rayonnements ionisants : effets stochastiques. In: Radioprotection en milieu médical. 3rd ed. Elsevier Masson SAS; 2014. p. 99–112.

59. Cordoliani Y-S, Foehrenbach H. Effets pathologiques des rayonnements ionisants : effets déterministes. In: Radioprotection en milieu médical. 3rd ed. Elsevier Masson SAS; 2014. p. 71–83.

60. Cordoliani Y-S, Foehrenbach H. Grossesse et exposition médicale. In: Radioprotection en milieu médical. 3rd ed. Elsevier Masson SAS; 2014. p. 85–97.

61. Joiner M, Kogel A van der, éditeurs. Basic clinical radiobiology. 4th ed. London: Hodder Arnold; 2009. 375 p.

62. Verdun FR, Aroua A, Bochud F, Stauffer J-C. Investigations radiologiques en cardiologie : quels risques pour le patient ? Rev Med Suisse. 2008;4:1325‑31.

63. Aurengo A. Effets biologiques des rayonnements ionisants. J Radiol. 2008;89(10):1.

64. Agence Internationale de l'Energie Atomique. Radioprotection et sureté des sources de rayonnements: Normes fondamentales internationales de sûreté. In: Normes de sûreté de l'AIEA pour la protection des personnes et de l'environnement. Vienne. 2016. 495 p.

65. Jaspard E. Legislation et réglementation Radioprotection [En ligne]. [cité 5 nov 2017]. Disponible sur: http://biochimej.univ-angers.fr/Page2/COURS/5RayonIONISANT/Cours5/1Cours5.html.

66. Descours C, Gaymard H. La sécurité des personnels utilisant des appareils à rayonnements ionisants dans les établissements de santé: Rapport au Premier Ministre. Paris, FRANCE. 1996.

67. Autorité de Sureté Nucléaire. Présentation des principales dispositions réglémentaires de radioprotections applicables en radiologie médicale et dentaire.[En ligne] Paris : ASN; 2015 [cité le 23 Oct 2020]. Disponible : /www.asn.fr/content/download/100760/733581/version/1/file/Dispositionreglementaires-radioprotection-medicale-et-dentaire-octobre-2015.pdf.

68. Bizet J, Dossier E, Marande J-L. Le point de vue du médecin du travail. Radioprotection. 2011;43(5):213–24.

69. Belaroussi L. Kit d'autoformation en radioprotection destine aux médecins du travail [Thèse en ligne]. Rabat: Université Mohamed V - Faculté de Médecine et de Pharmcie de Rabat; 2014 [cité 18 oct 2019]. Disponible sur: http://ao.um5.ac.ma/xmlui/bitstream/handle/123456789/1735/M0182014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

70. Kamoun H, Ben Mrad M, Laaroussi L, Addad F, Kachboura S, Hammou A, et al. Radioprotection des travailleurs en cardiologie interventionnelle : mise au point. Cardiol Tunis. 2015;11(4):195-202.

71. Aubert B. Organisation de la radioprotection en France. J Radiol. 2010;91(11, Part 2):1201-6.

72. Agnidozan F. Bénin/DROIT Les statuts de l'autorité nationale de sûreté radiologique et de radioprotection désormais adoptés [En ligne]. Les pharaons. 2019 [cité 20 Janvier 2021]. Disponible sur: https://www.lespharaons.com/benin-droit-les-statuts-de-lautorite-nationale-de-surete-radiologique-et-de-radioprotection-desormais-adoptes/

73. République du Bénin. Loi-N°-2017-29 portant sûreté radiologique et sécurité nucléaire en République du Bénin. mars 15, 2018 p. 8.

74. Ammerich M. La radioactivité sous surveillance et autres notions en radioprotection. . Paris: EDP Sciences; 2013. (Bulles de sciences).

75. Mission nationale d'expertise et d'audit hospitalier. Radioprotection - Services utilisant les RX : Guide pratique[En ligne]. 2008 [cité 23 oct 2020].Disponiblesur:https://www.irsn.fr/FR/professionnels_sante/documentation/Documents/guide_radioprotection.pdf

76. Autorité de Sureté Nucléaire. Présentation des principales dispositions réglémentaires de radioprotection applicables en radiologie médicale et dentaire.[En ligne].2010. Paris : ASN; 2010 [cité le 23 Sept 2020]. Disponible : /www.asn.fr/content/download/100760/733581/version/1/file/Dispositionreglementaires-radioprotection-medicale-et-dentaire-octobre-2010.pdf

77. Cordoliani Y-S, Foehrenbach H. Exposition aux rayonnements ionisants des personnels médicaux : Pour une catégorisation et une surveillance dosimétrique rationnelles. Radioprotection. 2004;38(4):483–91.

78. Ministere du developpement, de l'analyse economique et de la prospective l'analyse economique, Direction des études démographiques: INSAE;2015.Recensement Générale de la Population et de l'habitation 4.2013:p7.

79. Amoussou RK, Ayadji APV, Acakpo SA, Zountcheme SA, Hounkpe E, Koukoui NRY, et al. Comité technique de rédaction. 2016;165.

80. Arrêté interministeriel fixant les modalités de délimitation des zones de travail et d'étude de poste dans le cas de l'utilisation des rayonnements ionisants en République du Bénin, du 02 mars 2018.

81. Arrêté interministeriel portant règle particulière des sécurités et santé au travail des travailleurs affectés aux rayonnements ionisants en république du Bénin, du 12 septembre 2017.

82. Essi M, Njoya O. L'enquête CAP (Connaissance, Aptitude, Pratique) en recherche médicale. Health Sci. 2013; 14(2): 1-3

83. Case SM, Swanson DB. Constructing written test questions for the basic and clinical sciences. National Board of Medical Examiners Philadelphia, PA; 2001.157p.

84. Ongolo-Zogo P, Mokubangele CM, Moifo B. Évaluation de la dose patient en scanographie pédiatrique dans deux hôpitaux universitaires à Yaoundé Cameroun. Radioprotection. 2012;47(4):533-42.

85. Borgen L, Stranden E, Espeland A. Clinicians' justification of imaging: do radiation issues play a role? Clin Radiol. 2010;1(3):193‑00.

86. Farouk R, Amer S, Fouad A, Abdel-Halim A. Assessment of Physicians' Knowledge, Attitude and Practices of Radiation Safety at Suez Canal University Hospital, Egypt. Open Journal of Radiology.2015;05:250-8.

87. Zoungrana B. Evaluation des connaissances des praticiens en matière de radioprotection. [Thèse en ligne]Burkina Faso, institut supérieur des sciences de la santé; 2014 [cité le 18 janv 2021].Disponible sur http://wwww.beep.ird./collect//upb/index/assoc/INSSA-2014;ZOU;EVA/INSSA-2014-ZOU-EVA.pdf

88. Malone J, Guleria R, Craven C, Horton P, Järvinen H, Mayo J, et al. Justification of diagnostic medical exposures: some practical issues. Report of an International Atomic Energy Agency Consultation. The British journal of radiology. 2012;85(1013):523-38.

89. Armao D, Semelka RC, Elias Jr J. Radiology's ethical responsibility for healthcare reform: tempering the overutilization of medical imaging and trimming down a heavyweight. Journal of magnetic resonance imaging. 2012;35(3):512‐7.

90. Arslanoğlu A, Bilgin S, Kubalı Z, Ceyhan MN, İlhan MN, Maral I. Doctors' and intern doctors' knowledge about patients' ionizing radiation exposure doses during common radiological examinations. Radiol.2007; 13(2) :53-5.

91. Shiralkar S, Rennie A, Snow M, Galland RB, Lewis MH, Gower-Thomas K. Doctors' knowledge of radiation exposure: questionnaire study. BMJ. 2003;327(7411):371-2.

92. Bergonie J, Tribondeau L. Interpretation of some results of radiotherapy and an attempt at determining a logical technique of treatment/de quelques resultats de la radiotherapie et Essai de Fixation d'une Technique Rationnelle. Radiation research. 1959;11(4):587-8.

93. Eksioglu AS, Üner Ç. Pediatricians' awareness of diagnostic medical radiation effects and doses: are the latest efforts paying off? Diagnostic and interventional radiology. 2012;18(1):78.

94. Zhou GZ, Wong DD, Nguyen LK, Mendelson RM. Student and intern awareness of ionising radiation exposure from common diagnostic imaging procedures. Journal of medical imaging and radiation oncology. 2010;54(1):17‐23.

95. Lee CI, Haims AH, Monico EP, Brink JA, Forman HP. Diagnostic CT scans: assessment of patient, physician, and radiologist awareness of radiation dose and possible risks. Radiology. 2004;231(2):393-8.

96. Rice HE, Frush DP, Harker MJ, Farmer D, Waldhausen JH, Committee AE. Peer assessment of pediatric surgeons for potential risks of radiation exposure from computed tomography scans. Journal of pediatric surgery. 2007;42(7):1157-64.

97. Haute Autorité de Santé. Manuel de certification des établissements de santé V 2010. Saint-Denis La Plaine: HAS. 2009;

98. Jacob K, Vivian G, Steel JR. X-ray dose training: are we exposed to enough? Clinical radiology. 2004;59(10):928-34.

99. Günalp M, Gülünay B, Polat O, Demirkan A, Gürler S, Akkaş M, et al. Ionising radiation awareness among resident doctors, interns, and radiographers in a university hospital emergency department. La radiologia medica. 2014;119(6):440‐7.

100. Ukkola L, Oikarinen H, Henner A, Honkanen H, Haapea M, Tervonen O. Information about radiation dose and risks in connection with radiological examinations: what patients would like to know. European radiology. 2016;26(2):436‑43.

101. Décret n°2003-270 du 24 mars 2003 relatif à la protection des personnes exposées à des rayonnements ionisants à des fins médicales et médico-légales et modifiant le code de la santé publique (deuxième partie : Décrets en Conseil d'Etat) - Légifrance [Internet]. [cité 12 févr 2021]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000237131/

102. Cordoliani YS, Foehrenbach H. Grossesse et exposition médicale. Feuillets de radiologie. 2003;43:154-9.

103. McCollough CH, Schueler BA, Atwell TD, Braun NN, Regner DM, Brown DL, et al. Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned? Radiographics. 2007;27(4):909-17.

104. Economides S, Boziari A, Vogiatzi S, Hourdakis KJ, Kamenopoulou V, Dimitriou P. Prevention of and response to inadvertent exposure of embryo/fetus to ionizing radiation, due to medical exposure of the mother. The Greek regulatory authority initiatives. Physica Medica. 2014;30(2):155-9.

105. Tidal Pool Software [Internet]. [cité 30 janv 2021]. Disponible sur: http://www.tidalpool.ca/radiationpassport/

106. X-Ray Risk [Internet]. [cité 30 janv 2021]. Disponible sur: https://www.xrayrisk.com/

ANNEXES

Fiche d'enquête

CONNAISSANCE DES PRESCRIPTEURS D'EXAMENS IRRADIANTS EN MATIERE DE RADIOPROTECTION DES PATIENS DANS LES CENTRES HOSPITALIERS DU LITTORAL

(Questionnaire anonyme)

DATE: **HOPITAL :** **FICHE N**

I- Données sociodémographiques

Q1- Age:……..ans

Q2- Sexe:/……/ 1- Masculin 2- Féminin

Q3- Qualification professionnelle:

1- Médecin spécialiste
2- Médecin généraliste
3- Médecin spécialiste en formation (précisez la spécialité)
4- Stagiaire interne

Q4 – Quelle a été votre faculté de formation en médecine générale?.....

Q5- Depuis combien de temps exercez-vous ?.....

Q6- Préciser votre hôpital de fonction : …….

Q7- Avez-vous déjà bénéficié d'une formation en radioprotection des patients ?

1- Jamais
2- Pendant la formation
3- Après embauche; précisez le nombre de fois……..

Q8- Comment vous tenez-vous informer dans ce domaine ?

1-Discussion entre collègues ou avec d'autres spécialistes

2- Congrès et formation médicale continue

3- Médias grand public (Télévision, journaux, doctissimo...)

4- Je ne me tiens pas au courant dans ce domaine

5-Vous vous êtes intéressé vous-même au sujet

II- Connaissances en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants

Q9- Existe-t-il des sources de rayonnements ionisants naturelles ?

1- Oui (si oui donnez un exemple…)
2- Non
3- Je ne sais pas

Q10- Les rayons X sont des sources de rayonnement ionisant et sont utilisés en médecine

1- Vrai
2- Faux
3- Je ne sais pas

Q11-parmi ces examens, lesquels sont irradiants :

a) Echographie
b) Radiographie
c) Scanner
d) Mammographie
e) IRM

Q12- Quel est le tissu le plus sensible aux radiations ionisantes ?

1- Les gonades
2- Le système nerveux central
3- L'os
4- La thyroïde
5- La peau
6- Je ne sais pas

Q13-Selon les dernières conférences de consensus, le risque potentiel de cancer radio induit directement imputable à la réalisation d'un seul scanner abdominopelvien standard est de l'ordre de

1- 1/100

2- 1/1 000

3- 1/10 000

4-Aucun risque

III- Connaissance en matière de protection contre les rayonnements

Q14- Savez-vous qu'il existe une législation internationale sur la radioprotection des patients?

1- Oui
2- Non
3- Je ne sais pas

Q 15- Savez-vous qu'il existe une législation nationale sur la radioprotection des patients ?

1- Oui
2- Non
3- Je ne sais pas

Q16- Quels sont les moyens individuels de protections contre les rayonnements ionisants en médecine ?

1 La blouse
2 Les gants
3 Le tablier plombé
4 Blouse plombée
5 Cache thyroïde
6 Lunettes plombées
7 Cache gonades
8 Respect de la distance entre la source ionisante et le patient
9 Je ne sais pas

Q17- Quels sont les moyens de protection collectifs contre les rayonnements dans un établissement sanitaire

1- Les murs plombés dans les services de radiologie
2- Le paravent plombé
3- Le zonage dans les services de radiologie
4- Je ne sais pas

IV- Connaissance en matière de doses de rayonnements reçus lors des examens courants de radiographie

Q18-A combien estimez-vous la dose de rayonnement reçue lors de la réalisation d'une radiographie thoracique de face

1- 0,02- 0,14 msv
2- 0,2- 1msv
3- 10 msv
4- Je ne sais pas

Q19- En comparaison à une radiographie thoracique de face, un scanner thoracique standard irradie de l'ordre de

1/ 10 fois plus qu'une radiographie de thorax de face
2/ 20 -30 fois
3/ 40- 60 fois
4/ 70 -250 fois
5/ Près de 1000 fois
6- Aucune idée

V- Connaissances en matière de prescription d'examen de radiologie

Q20-Quand vous prescrivez un examen d'imagerie utilisant les rayons X, prenez-vous en compte le rapport bénéfices-risques liés aux rayons ionisants

1- Oui
2- Non

Q21- Quelles sont les informations que vous mettez sur un bon d'examen de radiologie

1- Nom, Prénom, Age, Sexe du patient.
2- L'examen à réaliser
3- Indications
4- Hypothèses diagnostiques
5- La région anatomique à examiner
6- Votre signature
7- Votre nom
8- Votre numéro de téléphone
9- Aucune des informations pré citées
10- Je ne sais pas

Q22. Vous est-il déjà arrivé d'expliquer à vos patients les risques liés à l'irradiation au cours d'un examen de radiographie ?

1- Oui (si oui pourquoi)
2- Non (si non pourquoi)

Q23-Vous prescrivez un scanner à votre patient. Il vous demande des informations quant aux risques des rayons X.

1-Vous le rassurez, il n'y aucun risque

2-Vous le rassurez, les risques sont négligeables par rapport aux bénéfices attendus 1

3- Vous le renvoyez sur internet

4- Vous lui dites d'en parler au radiologue

5- Vous ne savez pas quoi dire et vous changez de sujet

Q 24-Vous est-il déjà arrivé de contacter un médecin radiologue pour recueillir un avis avant la prescription d'un examen de radiologie à un patient?

1- OUI (Si oui pourquoi…….)
2- NON (Si non pourquoi)

Q25-Savez-vous qu'un radiologue pouvait refuser de faire réaliser un examen prescrit si celui-ci n'était pas justifié et pouvait proposer en retour une autre procédure radiologique ?	1- Oui 2- Non 3-Je ne sais pas
Q 26- Vous prescrivez un examen de radiologie à un enfant (moins de 15 ans), vous vérifiez que cet examen ne peut pas être remplacé par une échographie?	1-Oui 2-Non 3-Je ne sais pas
Q27-vous prescrivez un scanner abdomino-pelvien à une femme en âge de procréer, vous prenez de précautions particulières ?	1- Oui (si oui lesquelles) 2- Non 3- Je ne sais pas
Q28-Vous prescrivez un scanner des sinus à une femme en âge de procréer, vous prenez de précautions particulières ?	1- Oui (si oui lesquelles) 2- Non 3- Je ne sais pas
Q 29 Vous prescrivez une radiographie du thorax à une femme enceinte, vous prenez des précautions particulières ?	1- Oui 2- Non 3- Je ne sais pas
Q30-Savez-vous qu'il existe des guides de prescriptions de bon usage portant sur les indications des examens d'imagerie	1-Oui 2-Non
Q31-Êtes-vous désireux d'avoir une formation sur la radioprotection des patients ?	1-Oui 2-Non

TOTAL CONNAISSANCE: ……..

Q32- Que pensez-vous de la radioprotection des patients dans votre établissement ?	1- Faible 2- Moyen 3- Satisfaisant

Q33- Quelles suggestions faites-vous pour améliorer la radioprotection des patients dans votre hôpital?

……

……

……

……

……

……

UNIVERSITE DE PARAKOU

COMITE LOCAL D'ETHIQUE POUR LA RECHERCHE BIOMEDICALE

(CLERB-UP)

Parakou le 15 mars 2021

REF:0406/CLERB-UP/P/SP/R/SA

AVIS ETHIQUE

Le COMITE LOCAL D'ETHIQUE POUR LA RECHERCHE BIOMEDICALE de l'Université de Parakou (CLERB-UP) s'est réunie en sa session du 15 mars 2021. Il a étudié le dossier du projet d'étude « **Connaissances des prescripteurs d'examens irradiants en matière de radioprotection des patients dans les centres hospitaliers du Littoral** ».

Ledit projet d'étude est soumis par Mr **Chérif S. SEIBOU** doctorant pour le diplôme de Docteur d'Etat en médecine.

Après étude et clarification, ledit projet tel que présenté est conforme et respecte les principes éthiques fondamentaux (respect de la dignité et de la liberté des personnes, respect du principe de bienfaisance et de non malfaisance).

En conséquence le CLERB-UP déclare que ce projet respecte les principes éthiques et en donne un avis favorable.

Pour le CLERB-UP, le Président

Comité Local d'Ethique pour la Recherche Biomédicale Université de Parakou Président

Professeur Simon A AKPONA

NOTE IMPORTANTE : Les avis du CLERB-UP ne constituent que des avis et la responsabilité du CLERB-UP ne peut nullement être engagée dans le déroulement et la conduite des projets qui lui sont soumis. Cet avis n'est valable que pour ce projet.

COMITE LOCAL D'ETHIQUE POUR LA RECHERCHE BIOMEDICALE DE L'UNIVERSITE DE PARAKOU (CLERB-UP), BP 123 Parakou, Faculté de Médecine

CS-ANSR
Conseil de Surveillance
Autorité Nationale de Sûreté Radiologique et de Radioprotection
PRÉSIDENCE DE LA RÉPUBLIQUE DU BÉNIN

Feuillet : 1/5
Codif : MINS/F2.5
Date de création : 25/03/2021 ind.1.0

Site web : www.ansr.gouv.bj
Cotonou, Bénin

DÉCISION

ANNÉE 2021 N°072-2021/PR/P-CS/SP-ANSR/SA

Portant Radioprotection en situation d'exposition médicale en République du Bénin

Le Président du Conseil

Vu la loi n° 90-032 du 11 décembre 1990 portant Constitution de la République du Bénin telle que modifiée par la loi 2019-40 du 07 novembre 2019 ;

vu la décision portant proclamation le 30 mars 2016 par la Cour Constitutionnelle, des résultats définitifs de l'élection présidentielle du 20 mars 2016 ;

vu la loi n°2017-29 du 15 mars 2018 portant sûreté radiologique et sécurité nucléaire en République du Bénin ;

vu le décret n°2019-396 du 05 septembre 2019 portant composition du Gouvernement ;

vu le décret n°2019-397 du 06 septembre 2019, portant approbation des statuts de l'Autorité Nationale de Sûreté Radiologique et de Radioprotection ;

vu le décret n° 2019-573 du 24 décembre 2019 portant nomination des membres du Conseil de surveillance de l'Autorité Nationale de Sûreté Radiologique et de Radioprotection ;

vu le décret n°2020-418 du 26 août 2020 portant nomination du Secrétaire Permanent de l'Autorité Nationale de Sûreté Radiologique et de Radioprotection ;

vu les délibérations du Conseil de Surveillance de l'Autorité Nationale de Sûreté Radiologique et de Radioprotection en sa session ordinaire du 25 mars 2021 ;

DÉCIDE

Article 1er : Au terme de la présente Décision, les mots ci-après désignent :
Assurance Qualité : ensemble des actions programmées et systématiques nécessaires pour garantir qu'une structure, un système ou un composant fonctionnera de manière satisfaisante en service.

Contrôle Qualité : L'ensemble des opérations ou actions programmées, coordonnées ou réalisées, destinées à maintenir ou améliorer les procédures diagnostiques et/ou thérapeutiques à un niveau optimal. Il inclut l'évaluation, le suivi et les mesures correctives de tous les critères de performance qui peuvent être définis, mesurés et contrôlés.

Exposition Médicale : c'est une exposition subie par des patients aux fins d'un diagnostic ou d'un traitement médical ou dentaire ; par les personnes s'occupant de patients ; et par des volontaires soumis à une exposition dans le cadre d'un programme de recherche biomédicale.

Justification : Processus visant à déterminer, pour une situation d'exposition planifiée, si une pratique est, dans l'ensemble, bénéfique, c'est-à-dire si les avantages attendus pour des personnes et pour la société, liés à l'introduction ou à la poursuite de cette pratique, l'emportent sur le préjudice (dont le détriment radiologique) résultant de cette pratique.

Niveau de référence diagnostique (NRD) : Niveau utilisé en imagerie médicale pour indiquer si, dans des conditions, normales, la dose au patient ou la quantité de radiopharmaceutiques administrée dans le cadre d'un acte radiologique spécifié d'imagerie médicale est inhabituellement élevée ou inhabituellement faible pour cet acte.

Optimisation : Processus d'établissement de niveaux de protection et de sûreté qui permettraient de gérer la dose de rayonnement au patient afin qu'elle soit proportionnée aux objectifs médicaux compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

Physicien médical : Personne qui a reçu une formation théorique et pratique spécialisée aux concepts et aux techniques de physique appliqués à la médecine et qui est qualifié pour pratiquer de manière indépendante dans un ou plusieurs sous-domaines (spécialités) de la physique médicale. C'est un professionnel de la santé, qualifié en matière de sûreté radiologique en exposition médicale.

Radioprotection : Ensemble des mesures destinées à réaliser la protection sanitaire de la population, des patients et des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants et à assurer le respect des limites réglementaires.

Article 2 : La présente Décision précise les dispositions de sûreté à adopter au sein des installations et pratiques utilisatrices de rayonnements ionisants à des fins diagnostiques, thérapeutiques ou de recherche biomédicale.

Article 3 : Nul n'a le droit d'exploiter une installation ou d'exercer une activité visée à l'article 2, s'il n'a obtenu une autorisation d'utilisation délivrée par l'ANSR.

Article 4 : La responsabilité première de la radioprotection en situation d'exposition médicale incombe au titulaire d'autorisation au sein de l'établissement de santé.

Article 5 : Les titulaires d'autorisation d'utilisation des sources de rayonnements ionisants veillent à ce que :

- les locaux, les générateurs de rayonnements ionisants et leurs accessoires ainsi que l'organisation du travail satisfont aux exigences réglementaires permettant de maintenir les expositions au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre tout en obtenant les informations diagnostiques ou les résultats thérapeutiques escomptés et de prévenir les expositions non programmées,
- l'équipement utilisé dans l'installation fonctionne de façon optimale,
- le personnel affecté aux installations et activités dans l'établissement a les compétences nécessaires et est en nombre suffisant,
- les noms et les qualifications de tout le personnel médical et paramédical sont précisés dans une liste maintenue à jour et communiquée à l'ANSR,
- toute exposition médicale dans l'établissement est justifiée conformément aux guides de bonnes pratiques élaborés par les professionnels de l'exposition médicale et adoptés par le Ministère chargé de la Santé,
- toute exposition médicale dans l'établissement est optimisée au regard des Niveaux de Référence Diagnostiques élaborés, pour chaque appareil et pour chaque acte radiologique.

Article 6 : Les titulaires d'autorisation établissent un programme complet d'assurance de la qualité pour les expositions médicales, avec la participation active de physiciens médicaux, de médecins radiologues, de médecins nucléaires, de radiothérapeutes, d'ingénieurs ou techniciens en imagerie médicale et/ou en radiothérapie et de radio-pharmaciens ou radiochimistes.

Article 7 : Les titulaires d'autorisation prennent les dispositions à ce que des audits réguliers et indépendants soient effectués sur le programme d'assurance de la qualité des expositions médicales et que leur fréquence soit conforme à la complexité des procédures radiologiques effectuées et des risques associés.
Par ailleurs, les audits de la qualité des générateurs et des sources radioactives sont effectués par un organisme ou une entreprise ayant reçu l'agrément de l'ANSR. Les conditions de délivrance de cet agrément sont fixées par Note de service du Secrétaire Permanent de l'ANSR.

Article 8 : Les titulaires d'autorisation s'assurent que des dispositions sont en place pour établir qu'une patiente n'allaite pas actuellement avant l'exécution d'une procédure radiologique impliquant l'administration d'un produit radio-pharmaceutique pouvant entraîner une dose importante pour un nourrisson allaité. Cette information est prise en considération dans la justification de la procédure radiologique et dans l'optimisation de la protection, la sûreté et la sécurité.

Article 9 : Le Ministère chargé de la Santé et les professionnels compétents, en collaboration avec le physicien médical, établissent les Niveaux de Référence Diagnostiques (NRD) permettant d'harmoniser les doses diagnostiques administrées aux patients en imagerie médicale. Lorsque les NRD sont largement dépassés dans un centre de diagnostic, une investigation doit être diligentée en collaboration avec l'ANSR pour déterminer la défaillance du système contribuant à l'élévation des doses administrées.

Le recours à des techniques radiologiques pour les femmes enceintes est fait de telle sorte que la radio-exposition de l'embryon ou du fœtus soit réduite au minimum compatible avec l'examen entrepris.

Article 10 : Dans une installation médicale utilisatrice de rayonnements ionisants :

- les praticiens radiologues ou médecins nucléaires ou radiothérapeutes exécutant ou supervisant l'acte radiologique assurent la protection, la sûreté et la sécurité des patients, en coopération avec les physiciens médicaux et ingénieurs ou techniciens en imagerie médicale ;
- les praticiens radiologues/médecins nucléaires ou radiothérapeutes, les physiciens médicaux, les ingénieurs ou les techniciens en imagerie médicale et autres professionnels de santé ayant des fonctions spécifiques en rapport avec la protection, la sûreté et la sécurité des patients lors d'un acte radiologique donné sont spécialistes de la discipline appropriée ;
- en ce qui concerne les actes radiologiques thérapeutiques, les prescriptions de la présente Décision relatives à l'étalonnage, la dosimétrie et l'assurance de la qualité, y compris l'acceptation et la mise en service d'appareils de radiologie médicale, sont appliquées sous la conduite ou la supervision d'un physicien médical ;
- en ce qui concerne les actes radiologiques diagnostiques et les actes interventionnels sous imagerie, les prescriptions de la présente Décision concernant l'imagerie médicale, l'étalonnage, la dosimétrie et l'assurance de la qualité, y compris l'acceptation et la mise en service d'appareils de radiologie médicale, sont, selon la complexité des actes radiologiques et des risques radiologiques qui leur sont associés, appliquées par un physicien médical, sous sa supervision ou suivant ses recommandations consignées par écrit ;
- en ce qui concerne les procédures radiologiques diagnostiques (radiologie et médecine nucléaire), thérapeutiques, les prescriptions de la présente Décision relatives à l'étalonnage, à la dosimétrie et à l'assurance de la qualité, y compris l'acceptation et la mise en service d'appareils médicaux radiologiques sont sous la conduite d'un physicien médical ou sous sa supervision.

Article 11 : Le médecin nucléaire (ou le radiothérapeute) prend les dispositions à ce qu'aucun patient qui ait subi une procédure thérapeutique avec des sources non scellées soit libéré d'une installation de médecine nucléaire (ou radiothérapie) jusqu'à ce qu'il soit établi par un physicien médical ou la Personne Compétente en Radioprotection de l'installation que :

- l'activité des radionucléides chez le patient est telle que les doses qui pourraient être reçues par le public et les membres de la famille seraient conformes aux exigences fixées par l'ANSR ;
- le patient ou le tuteur légal du patient est pourvu des :
  - instructions écrites pour maintenir les doses à des personnes en contact avec ou à proximité du patient aussi bas que raisonnablement réalisable et pour éviter la propagation de la contamination ;
  - informations sur les risques d'exposition aux rayonnements ionisants.

Article 12 : Le titulaire de l'agrément d'exploitation d'un service de contrôle qualité des sources de rayonnements ionisants veille à ce que ses prestations soient exécutées ou supervisées par un Physicien Médical.

Article 13 : Les rapport d'Assurance Qualité et comptes-rendus de dosimétrie des patients, sont signés par le physicien médical ayant la qualification pour la pratique ou l'appareillage considéré.

Article 14 : Les titulaires d'autorisation procèdent sans délai à une investigation lorsque des expositions médicales accidentelles surviennent.
Le Secrétariat Permanent de l'ANSR détermine les conditions et les modalités de réalisation de ces investigations.

Article 15 : Les titulaires d'autorisation enquêtent dans un bref délai sur toute exposition médicale involontaire ou accidentelle suivante :

- tout traitement médical, administré à la mauvaise personne ou au mauvais tissu/organe du patient, ou effectue à base d'un radio-pharmaceutique erroné, à base d'une activité, d'une dose ou d'un fractionnement de dose différent sensiblement des valeurs prescrites par le médecin praticien et qui pourrait conduire à des effets secondaires graves indûment;
- toute intervention radiologique diagnostique ou guidée par une image dans laquelle le patient non indiqué ou le mauvais tissu ou organe du patient est exposé ;
- toute exposition à des fins de diagnostic sensiblement supérieure à celle prévue ;
- toute exposition découlant d'une procédure de radiologie interventionnelle qui est sensiblement supérieure à ce qui était prévue ;
- toute exposition accidentelle de l'embryon ou du fœtus au cours d'une intervention radiologique ;
- toute défaillance d'équipement radiologique médical, défaillance d'un logiciel ou d'un système, accident, erreur, ou autre événement inhabituel susceptible de soumettre le patient à une exposition médicale sensiblement différente de ce qui était prévue.

Article 16 : Les titulaires d'autorisation, en ce qui concerne les expositions médicales involontaires ou accidentelles faisant l'objet d'une enquête conformément aux exigences ci-dessus :

- prennent les dispositions pour calculer ou estimer les doses reçues et la répartition des doses aux organes du patient ;
- indiquent les mesures correctives requises pour prévenir la répétition d'une telle exposition involontaire ou accidentelle ;
- mettent en œuvre toutes les mesures correctives qui relèvent de sa propre responsabilité.

Ils produisent et conservent, dès que possible après l'enquête tel qu'exigé par l'ANSR, un document écrit indiquant la cause de l'exposition médicale accidentelle et non intentionnelle. Ils transmettent le document et les informations y afférentes, dans les plus brefs délais, à l'ANSR.
Ils s'assurent également que le médecin radiologue ou le médecin nucléaire ou le radiothérapeute approprié informe le médecin traitant et le patient ou son représentant légal autorisé de l'exposition médicale non intentionnelle ou accidentelle.

Article 17 : En cas de non-respect des recommandations et prescriptions de la présente Décision, la structure concernée s'expose aux sanctions prévues aux articles 53 et suivants de la loi n°2017-29 du 15 mars 2018 portant sûreté radiologique et sécurité nucléaire en République du Bénin. Ces sanctions peuvent être précédées d'un (e) :

1. avertissement ;
2. suspension de la pratique concernée ;
3. révocation de l'autorisation ;
4. fermeture du site par la police judiciaire.

Article 18 : Le Titulaire de l'autorisation tient à jour un registre des données dosimétriques (des sources et des patients) et un registre des résultats des tests de contrôle qualité.

Article 19 : Des dispositions particulières se rapportant à la présente Décision seront précisées par Note de service du Secrétariat Permanent de l'ANSR.

Article 20 : La présente Décision prend effet pour compter de la date de sa signature et sera publiée au Journal Officiel et partout où besoin sera.

REPUBLIQUE DU BENIN
Le Président du Conseil de Surveillance P-CS
Autorité Nationale de Sûreté Radiologique et de Radioprotection

Fait à Cotonou, le 25 mars 2021

Bertin BADA

Ampliations : PR : 02 – AN : 01 – CC : 01 – CS : 01 – MR : 01 – HCJ : 01 – HAAC : 01– CES : 01 – SGG : 01 – MS : 01 – Autres Ministères : 22 – membres du CS-ANSR : 07 – SP-ANSR : 01 – Chrono : 01 – Archives : 01 – JO : 01.

TABLE DES MATIERES

DEDICACES i
REMERCIEMENTS v
HOMMAGES vii
LISTE DES SIGLES, ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SYMBOLES x
LISTE DES TABLEAUX xiv
LISTE DES FIGURES xviii
SOMMAIRE xxi
INTRODUCTION 1
Objectifs 4
1. GENERALITES 5
1.1. Définitions des concepts 6
1.1.1. Atome 6
1.1.2. Radioactivité 6
1.1.3. Rayonnement 6
1.1.4. Rayonnements ionisants 6
1.1.5. Rayons X 7
1.1.6. Imagerie médicale 7
1.1.7. Radiobiologie 7
1.1.8. Radioprotection 7
1.2. Les rayons X 8
1.2.1. Production 8
1.2.2. Caractéristiques 9
1.2.3. Propriétés 10
1.2.3.1. Propagation des rayons X 10
1.2.3.2. Interaction des rayons X avec la matière 10
1.2.3.2.1. Effet photoélectrique 10
1.2.3.2.2. Effet Compton 11
1.2.3.2.3. Effet de matérialisation 12

1.3. Applications médicales des rayons X 12
1.3.1. Radiodiagnostic médical 13
1.3.1.1. Formation de l'image radiographique [44] 13
1.3.1.2. Radiographie conventionnelle 14
1.3.1.3. Mammographie 14
1.3.1.4. Radiodiagnostic dentaire 15
1.3.1.5. Tomodensitométrie (TDM) ou scanographie 15
1.3.1.6. Radiologie interventionnelle 16
1.3.2. Radiothérapie 16
1.3.3. Médecine nucléaire 17
1.4. Radiobiologie 18
1.4.1. Grandeurs et unités dosimétriques 18
1.4.1.1. Dose Absorbée 18
1.4.1.2. Dose Equivalente 18
1.4.1.3. Dose Efficace 18
1.4.1.4. Débit de dose 20
1.4.2. Effets Biologiques 20
1.4.2.1. Mécanisme de lésions cellulaires par les rayons 20
1.4.2.2. Effets déterministes 22
1.4.2.3. Effets stochastiques 25
1.5. Radioprotection 25
1.5.1. Historique 25
1.5.2. Réglementation de la radioprotection [69-72] 26
1.5.3. Principes de la radioprotection 28
1.5.3.1. Justification de l'acte ou de l'exposition 28
1.5.3.2. Optimisation des doses 30
1.5.3.3. Limitations des doses individuelles 31
2. CADRE ET METHODES D'ETUDE 33
2.1. Cadre d'étude 34

2.2. Méthode d'étude 35
2.2.1. Type d'étude et période d'étude 35
2.2.2. Population d'étude 35
2.2.3. Echantillonnage 36
2.2.4. Variables étudiées 36
2.2.4.1. Variable principale : 36
2.2.4.2. Variables explicatives 38
2.2.5. Collecte des données 38
2.2.5.1. Outil de collecte des données 38
2.2.5.2. Technique de collecte des données 39
2.2.5.3. Traitement et analyse des données 39
2.2.6. Considérations éthiques et déontologiques 40
2.2.7. Difficultés rencontrées 40
3. RESULTATS 41
3.1. Caractéristiques sociodémographiques et individuelles des médecins 43
3.1.1. Caractéristiques sociodémographiques 43
3.1.2. Caractéristiques individuelles 44
3.1.2.1. Lieu de formation 44
3.1.2.2. Répartition des prescripteurs selon leurs spécialités 45
3.1.2.3. Expérience professionnelle 46
3.1.2.4. Répartition des prescripteurs selon leur structure de fonction 47
3.1.2.6. Moyens d'informations sur la radioprotection des patients 48
3.2. Connaissances en matière de radioprotection 49
3.2.1. Connaissance de sources et effets délétères des rayonnements ionisants 49
3.2.1.1. Sources de rayonnements ionisants 49
3.2.1.2. Effets délétères des rayonnements ionisants 49
3.2.1.3. Niveau de connaissance en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants 51

3.2.1.4. Niveau de connaissance en matière sources et effets délétères des rayonnements ionisants selon les qualifications professionnelles 52
3.2.2. Connaissance des moyens de protection contre les rayonnements ionisants 53
3.2.2.1. Législation internationale et nationale sur la radioprotection des patients 53
3.2.2.2. Moyens individuels de protection contre les rayonnements ionisants... 53
3.2.2.3. Moyens collectifs de protection contre les rayonnements ionisants..... 54
3.2.2.4. Niveau de connaissance en matière de protection contre les rayonnements ionisants. 54
3.2.2.5. Niveau de connaissance des prescripteurs en matière de protection contre les rayonnements ionisants selon les qualifications professionnelles..... 55
3.2.3. Connaissances de dose de rayonnements reçue lors de certains examens de radiologie courants 56
3.2.3.1. Dose de rayonnement reçue lors de la réalisation d'une radiographie thoracique de face..... 56
3.2.3.2. Ordre d'irradiation d'un scanner thoracique standard pour une personne de corpulence normale par rapport à une radiographie du thorax de face. 57
3.2.3.3. Niveau de connaissance des doses de rayonnements reçues lors des examens courants de radiologie. 58
3.2.3.4. Niveau de connaissance des prescripteurs en matière de dose de rayonnements reçue lors des examens courants d'imagerie selon les qualifications professionnelles. 59
3.2.4. Connaissance en matière de prescription d'examens radiologiques..... 60
3.2.4.1. Connaissance en matière de rédaction de bons d'examens d'imagerie . 60
3.2.4.2. Connaissances en matière de justification des examens d'imagerie..... 60
3.2.4.3. Niveau de connaissance en matière de rédaction et de justification des examens d'imagerie..... 63

3.2.5. Niveau de connaissance global en matière de radioprotection des patients et répartition selon les qualifications professionnelles. 64
3.2.6. Autres 66
3.2.6.1. Désir de formation en radioprotection des patients 66
3.2.6.2. Appréciation des prescripteurs de la radioprotection des patients dans leurs structures respectives 66
4. DISCUSSION 68
4.1. Atteinte des objectifs 69
4.2. Forces et faiblesses de l'étude 69
4.3. Commentaires et comparaison des résultats 71
4.3.1. Taux de participation 71
4.3.2. Formation en radioprotection 71
4.3.3. Moyens d'information des prescripteurs sur la radioprotection des patients 72
4.3.4. Connaissances en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants 72
4.3.5. Connaissance des moyens de protection contre les rayonnements ionisants 75
4.3.6. Dose de rayonnements reçue lors des examens courants de radiologie ... 76
4.3.7. Connaissances en matière de rédaction d'examens d'imagerie et de justification des examens 76
4.3.8. Existence des guides de prescriptions 80
4.3.9. Désir d'être formé à la radioprotection des patients 81
CONCLUSION ET SUGGESTIONS 83
REFERENCES 87
ANNEXES ..... A
TABLE DES MATIERES ..... a

SERMENT D'HIPPOCRATE

Devant le peuple Béninois,

En présence des maîtres de cette faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine,

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans discrimination,

J'interviendrai pour les protéger si elles sont vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité,

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance,

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères,

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail,

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs,

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement la vie, ni ne provoquerai délibérément la mort,

Je préserverai l'indépendance nécessaire et je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je perfectionnerai mes connaissances pour assurer au mieux ma mission,

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Je le jure.

VU LE PRESIDENT DU JURY

VU LE DOYEN DE LA FSS

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

LE RECTEUR DE L'UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

RESUME

Introduction : La radioprotection est l'ensemble des règles et moyens de prévention visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants sur les personnes et l'environnement tout en permettant de les utiliser.

Objectif : Evaluer les connaissances des prescripteurs d'examens irradiants en matière de radioprotection des patients à Cotonou.

Méthode : Etude transversale descriptive à visée analytique menée du 15 novembre 2020 au 15 janvier 2021, auprès des prescripteurs des centres hospitaliers du département du littoral, exception faite des médecins radiologues. Ont été inclus dans cette étude les médecins spécialistes ou en spécialisation, les médecins généralistes et les stagiaires internes (étudiant en 6ème année). Pour chaque réponse il est attribué un score (1 pour les bonnes réponses et 0 pour les mauvaises réponses). Pour chaque connaissance à évaluer la somme des scores avait été réalisée et la cotation suivante a été appliquée : mauvais (score< 50%), insuffisant (≥50 et <65%), moyen (≥65 et < 85%) et bon (≥85%).

Résultats : Sur 320 prescripteurs, 277 (86,56%) avaient renseigné le questionnaire. Les médecins en spécialisations étaient les plus représentées (45,12%), suivi des stagiaires internes (26,35%). La majorité (93,14%) n'avait jamais reçu de formation sur la radioprotection des patients. Le niveau de connaissances en matière de sources et effets délétères des rayonnements ionisants était pour la plupart mauvais (49,82%). Près de la moitié (48,01%) considéraient à tort que l'IRM était un examen irradiant. Près de la moitié (48,01%) ignoraient que les gonades sont les organes les plus radiosensibles. Le risque potentiel de cancer radio-induit directement imputable à la réalisation d'un seul scanner abdomino-pelvien était largement sous-estimé (38,63%). L'ordre d'irradiation d'un scanner thoracique par rapport à une radiographie thoracique de face était méconnu (63,54%). Seulement 7,59% des prescripteurs avaient un bon niveau en matière de justification. La plupart (61,37%) ne prenaient aucune précaution particulière lorsqu'ils prescrivent un scanner abdomino-pelvien à une femme en âge de procréer. L'existence des guides de prescription de bon usage était ignorée par 79,42% des prescripteurs. Enfin, aucun prescripteur n'avait un bon niveau global en matière de radioprotection des patients. La quasi-totalité (95,27%) souhaiterait avoir une formation sur la radioprotection des patients.

Conclusion : Au décours de notre travail, le niveau de connaissance en matière de radioprotection des patients dans le littoral était globalement insuffisant. Des programmes de formations des prescripteurs sur la radioprotection des patients doivent être organisés afin d'améliorer leurs niveaux de connaissance.

Mots clés: Radioprotection, connaissance, Littoral

ABSTRACT

Introduction: Radiation protection is the set of rules and means of prevention aimed at preventing or reducing the harmful effects of ionizing radiation on people and the environment while allowing them to be used.

Objective: Evaluate the knowledge of prescribers of irradiating examinations in matters of radiation protection of patients in Cotonou.

Method: Descriptive cross-sectional study for analytical purposes carried out from November 15, 2020 to January 15, 2021, with prescribers of hospitals in the coastal department, with the exception of radiologists. Specialist or specialist physicians, general practitioners and internal trainees (6th year student) were included in this study. For each answer a score is assigned (1 for the correct answers and 0 for the wrong answers). For each knowledge to be evaluated, the sum of the scores had been carried out and the following rating was applied: poor (score <50%), insufficient (≥50 and <65%), average (≥65 and <85%) and good (≥85%).

Results: Out of 320prescribers, 277 (86.56%) completed the questionnaire. Specialized physicians were the most represented (45.12%), followed by internal trainees (26.35%). The majority (93.14%) had never received training in patient radiation protection. The level of knowledge about the sources and deleterious effects of ionizing radiation was mostly poor (49.82%). Almost half (48.01%) mistakenly considered MRI to be an irradiation exam. Almost half (48.01%) were unaware that the gonads are the most radiosensitive organs. The potential risk of radiation-induced cancer directly attributable to performing a single abdomino-pelvic CT scan was largely underestimated (38.63%). The order of irradiation of a chest CT scan compared to a frontal chest X-ray was unknown (63.54%). Only 7.59% of prescribers had a good level of justification. Most (61.37%) did not take any special precautions when ordering an abdomino-pelvic scan for a woman of childbearing age. The existence of good practice prescribing guides was ignored by 79.42% of prescribers. Finally, no prescriber had a good overall level in terms of patient radiation protection. Almost all (95.27%) would like to have training in radiation protection for patients. no prescriber had a good overall level of patient radiation protection. Almost all (95.27%) would like to have training in radiation protection for patients. no prescriber had a good overall level of patient radiation protection. Almost all (95.27%) would like to have training in radiation protection for patients.

Conclusion: In the course of our work, the level of knowledge in terms of radiation protection of patients in the coast was generally insufficient. Training programs for prescribers on patient radiation protection must be organized in order to improve their levels of knowledge.

Keywords : Radiation protection, knowledge, Littoral