



ARTICLE ORIGINAL / RESEARCH ARTICLE

Radioprotection en imagerie médicale dans les hôpitaux du nord Bénin.

Radiation protection in medical imaging in northern Benin hospitals

SAVI de TOVE Kofi-Mensa^{1,2*}, FACHINAN Herbert¹, GOUNONGBE Fabien¹, AKANNI Djivèdè^{1,2}, ADJOVI Boris Gil-Christ^{1,2}, KIKI Miralda², YEKPE AHOUANOU Patricia³, BIAOU Olivier³, BOCO Vicentia³

¹: Faculté de Médecine, Université de Parakou I (Parakou, BENIN)

²: Service d'imagerie médicale. Centre Hospitalier Universitaire Départemental du Borgou (Parakou, BENIN)

³: Service d'imagerie médicale. Centre national hospitalier et universitaire hubert koutoukou maga de cotonou (Cotonou, BENIN)

Mots-clés :

Rayonnements ionisants,
Travailleurs,
Radioprotection, Nord-
Bénin

Keywords:

Ionizing radiation, Workers,
Radioprotection, North-
Benin.

*Auteur

correspondant

SAVI de TOVE Kofi-Mensa

Service de Radiologie. Centre
Hospitalier Universitaire et
Départemental du Borgou
BP : 02 Parakou-Bénin

Email : savitoveto@yahoo.fr
Tel: 00 229 695283987

RÉSUMÉ

Objectif : Evaluer le respect des normes de la radioprotection dans les services d'imagerie médicale du Nord Bénin.

Matériels et Méthodes : Etude transversale descriptive menée d'avril à juin 2017, dans tous les services de radiologie fonctionnels du Nord-Bénin. La collecte des données a été réalisée par entretien avec les travailleurs, observation directe et/ou mensuration des infrastructures de radiologie, des équipements de radiologie et de radioprotection. Les données étudiées étaient relatives aux salles de radiologie (dimensions, épaisseurs et nature des murs et portes, zonage, système de ventilation, système de signalisation d'activation du tube), aux mesures de radioprotection (équipements de radioprotection, suivi médical et dosimétrique des travailleurs) et à l'observance des règles de radioprotection par les travailleurs.

Résultats : 17 services de radiologie, 23 salles d'examen, 24 appareils de radiologie et 53 travailleurs ont été inclus. Huit (47 %) des services appartenait au secteur public et 09 (53 %) au secteur privé. 21,7% des salles étaient trop petites. 13% des portes n'étaient pas plombées. Il y avait une absence de délimitation et de signalisation des zones, de suivi médical des travailleurs et de règlement intérieur. 15,09% n'utilisaient pas de tabliers plombés. Seul 3,77% des travailleurs avaient une surveillance dosimétrique.

Conclusion : Il existe des insuffisances dans l'application des normes de la radioprotection aussi bien sur le plan humain que sur le plan structurel. La mise sur pied d'une autorité de régulation des utilisations médicales de rayonnements ionisants et d'une culture de sûreté pourra contribuer à améliorer radioprotection.

ABSTRACT

Objective: evaluate the practice of radiation protection in the medical imaging services of Northern Benin.

Materials and Methods: cross-sectional and descriptive study conducted from April to June 2017, in all functional radiology services in North Benin. Data collection was carried out through interviews with workers, direct observation and/or measurements of radiology infrastructures,

radiology and radiation protection equipment. The data studied related to the radiology rooms (dimensions, thicknesses and nature of the walls and doors, zoning, ventilation system, tube activation signalling system), radioprotection measures (radioprotection equipment, medical and dosimetric monitoring of workers) and compliance with radioprotection rules by workers.

Results: 17 radiology departments, 23 examination rooms, 24 x-ray machines and 53 workers were included. 08 (47%) of the services were publicly and 09 (53%) privately. 21.7% of the rooms were too small. 13% of the doors were unplumbed. There was an absence of zone delimitation and signage, medical monitoring of workers and internal regulations. 15.09% did not use leaded aprons. Only 3.77% of workers had dosimetric monitoring.

Conclusion: The inadequacies in the application of the principles of radiation protection can be explained by the absence of a regulatory authority for the medical uses of ionizing radiation and a safety culture.

1. Introduction

L'avènement de la radiographie a révolutionné la médecine moderne, en permettant un diagnostic rapide et précis [1, 2, 3]. Son utilisation doit être prudente, du fait des effets biologiques néfastes des rayons X sur l'organisme humain [4,5]. L'utilisation médicale des rayonnements ionisants entraîne une exposition du personnel, des patients, mais aussi de toute personne se trouvant à proximité de la salle de radiologie. Ce revers de l'utilisation des rayons X a nécessité la mise en place de mesures de protection depuis près d'un siècle [6]. Le but de la radioprotection est d'empêcher ou de réduire les risques liés aux rayonnements ionisants. A cet effet, elle s'appuie sur trois grands principes à savoir la justification de l'exposition, l'optimisation et la limitation des doses de rayonnement [6]. Pour appliquer ces principes, des règles et mesures pratiques de radioprotection (la réduction du temps d'exposition, le blindage ou l'interposition d'écrans protecteurs et l'éloignement de la source de rayonnement) ont été établies. Tout Etat doit se conformer aux recommandations internationales GSR Part 3 de l'AIEA pour minimiser les risques d'exposition professionnelle aux rayonnements. Le Bénin se situe à une étape embryonnaire dans la mise en place d'une réglementation sur la sûreté radiologique. Dans cette optique, un état des lieux dans le domaine est souhaitable. La présente étude a pour but d'évaluer la pratique de la radioprotection dans les services de radiologie du nord-Bénin.

2. Matériels et Méthodes

Cette étude a été menée dans les services de radiologie des formations sanitaires des quatre

départements du Nord Bénin : l'Alibori, l'Atacora, le Borgou et la Donga.

Il s'est agi d'une étude transversale descriptive qui s'est déroulée pendant la période allant du 1er avril au 30 juin 2017 soit une durée de trois (03) mois.

L'échantillonnage était exhaustif, incluant, tous les services d'imagerie médicale dont les installations radiologiques étaient fonctionnelles.

La collecte des données a été faite par entretien avec les travailleurs, par observation directe des infrastructures et des équipements de radiologie et de radioprotection et par mensurations des infrastructures de radiologie. La mesure des dimensions des salles a été réalisée grâce à un décimètre pliant. La mesure de l'épaisseur des portes a été réalisée grâce à un centisouple. La nature des portes (bois ou métal), la présence de plomb ainsi que l'épaisseur de ce dernier a été noté. Pour les portes en bois, l'épaisseur du plomb était mesurée sur le montant de l'ouvrant ou la transverse supérieure des portes, éventuellement après grattage de la peinture. Pour les portes métalliques, les informations inscrites sur les plaques signalétiques des portes ou les devis/factures d'installation nous ont permis de renseigner l'épaisseur de plomb.

L'existence d'un zonage des salles de radiologie, d'un système de ventilation de la salle, d'un système de signalisation d'activation du tube radiogène) ont été renseignés. Les mesures de radioprotection mises en place dans les services (caractéristiques des équipements de radioprotection, suivi médical et dosimétrique des travailleurs) et l'observance des règles de radioprotection par les travailleurs ont été également précisés.

Ces différentes données ont été recueillies sur des fiches élaborées à cet effet. Les fiches ont fait l'objet d'une vérification de la complétude et de la cohérence dans le remplissage des données.

Les données recueillies ont été enregistrées et traitées avec les logiciels EPI INFO (version 7.2) et SPSS 21. Les variables quantitatives ont été exprimées sous forme de moyenne plus ou moins écarts types et celles qualitatives ont été exprimées par simple dénombrement et en pourcentage.

3. Résultats

L'étude a été menée dans 17 services de radiologie regroupant 23 salles d'examen et 24 appareils de radiologie. Cinquante-trois (53) travailleurs directement affectés aux travaux sous rayons X ont participé à l'enquête. Des 17 services, 08 (47 %) appartenaient au secteur public et 09 (53 %) étaient

des établissements privés. Des 23 salles, 09 (39 %) étaient réparties dans les services de radiologie du secteur public et 14 (61 %) dans ceux du secteur privé.

3.1 Aménagement des locaux

Quatre salles (6,2 m², 12 m², 14 m² et 16 m²) avaient une superficie inférieure aux normes : 01 salle dans une structure sanitaire publique et 03 privées. Le **tableau I** récapitule les moyennes et extrêmes des superficies, hauteurs sous plafond et épaisseurs des murs des salles publiques et privées.

Tableau I : Moyennes et extrêmes des superficies, hauteurs sous plafond et épaisseurs de béton des murs des salles.

	Superficie des salles* (m ²)	Hauteur sous plafond* (mm)	Épaisseur de béton* (mm)
Public	27,55±06,83 (16 –39)	03,41±00,59 (2,9–4,2)	331,11±59,25 (300 – 450)
Privé	23,87±11,93 (6,3–54)	03,09±00,37 (2,6–3,5)	258,57±90,09 (120 – 385)
Total	25,30±10,25 (6,3–54)	03,22±00,49 (2,5 – 4,2)	291,36±85,25 (120 – 450)

* : Moyenne±Ecart-type (Extrême minimum – Extrême maximum)

Les murs des salles de radiologie étaient tous faits de béton et une salle (4,3%) était plombée. Les portes étaient le plus souvent en métal et plombées dans 87% des cas. L'aération des salles et la signalisation des risques d'irradiation étaient insuffisantes dans la majorité des cas. La délimitation des zones selon les niveaux d'expositions n'est réalisée dans aucun service.

Aucun service n'avait les symboles ou pictogrammes adéquats (trèfles de couleur).

Seuls 02 (11,71%) services de radiologie disposaient d'une aire de stockage externe des déchets. Les révélateurs étaient toujours évacués directement dans le réseau d'évacuation des eaux. Quant aux déchets d'emballage, ils étaient tous assimilés et traités comme des déchets ménagers.

Les différentes caractéristiques des locaux sont consignées dans **le tableau II**.

3.2 Equipements de radioprotection

Le paravent plombé était plus souvent utilisé que la cabine plombée pour protéger les postes de commande. Ils avaient une hauteur moyenne de 02±0,1 m et des extrêmes de 1,9 et 2,2 m. La distance entre la source de rayonnement et le poste

de commande était comprise entre 1 et 4 m avec une moyenne de 2±0,56 m. Dans 02 cas, le poste de commande était à moins de 2 mètres du tube radiogène. Dans tous les services, les EPI n'ont jamais fait l'objet d'un contrôle d'intégrité physique. Le **tableau III** résume les caractéristiques des équipements de radioprotection.

3.3 Suivi médical et dosimétrie

L'utilisation des dosimètres passifs portés au niveau de la poitrine était observée dans un (01) centre privé. 02 travailleurs (03,77 %) sous rayonnements ionisants portaient un dosimètre passif, mais uniquement lors de la réalisation des examens tomodensitométriques. La collecte des dosimètres était trimestrielle et le traitement s'effectuait par l'IRSN en France.

Aucun des services n'a soumis le personnel à un examen médical (d'embauche, périodique et de reprise de travail) ni aux examens complémentaires de radio-surveillance (NFS, radiographie pulmonaire, examens ophtalmologique, dermatologique et ORL). Aucun service n'avait donc de dossiers médicaux contenant les informations réglementaires.

Tableau II : Caractéristiques des locaux (N=23)

	n (%)
Murs (n=23)	
Murs en béton	23 (100)
Murs revêtus de plomb	01 (04,35)
Portes (n=23)	
Porte en métal	13 (56,52)
Porte en bois	10 (43,48)
Porte revêtus de Plomb	20 (87,96)
Porte revêtus de métal non plombé	03 (13,04)
Système d'aération (n=23)	
Climatisation	18 (78,26)
Système de ventilation	-
Cheminée d'aération	-
Signalisation (n=23)	
Affichage du plan de service	01 (04,35)
Signalement du risque d'exposition	15 (65,22)
Témoin lumineux de mise sous tension	06 (26,08)
Délimitation des zones (niveau d'exposition)	-

Tableau III: Caractéristiques des équipement de radioprotection

	n (%)
Poste de commande des salles (n=23)	
Paravent plombé	16 (69,57)
Cabine de commande	07 (30,43)
Equipement de Protection Individuelle des services (n=17)	
Tablier plombé	22 (94,11)
Gant plombé	10 (58,82)
Protèges thyroïdes	03 (17,65)
Lunettes plombées	02 (11,76)
Protèges gonades	01(05,88)

Tableau IV : Fréquence d'utilisation des équipements de protection individuels (EPI) par les travailleurs.

	Tabliers plombés	Gants plombés	Protèges thyroïdes n(%)	Protèges gonades	Lunettes plombées
Toujours	03 (05,66)	-	-	-	-
Souvent	29 (54,72)	01 (01,89)	-	-	-
Rarement	13 (24,53)	08 (15,09)	03 (05,66)	-	-
Jamais	07 (13,20)	24 (45,28)	07 (13,20)	01 (01,89)	05 (09,43)
Non disponible	01 (01,89)	20 (37,74)	43 (81,14)	52 (98,11)	48 (90,57)

3.4 Observance des mesures de radioprotection

Le temps journalier passé dans la salle de radiologie était compris entre 01 heure et 10 heures avec une moyenne de $4,17 \pm 2,39$ heures. Pour des contraintes professionnelles, 45 (84,91 %) travailleurs restaient dans la salle pendant que le

4. Discussion

4.1 Aménagement des locaux

Les normes françaises de construction d'une salle de radiologie conventionnelle devant abriter un tube radiogène, NFC 15-160 de 1975, révisée en mars de 2011 [7] permet de définir les épaisseurs minimales de plomb à mettre en place pour assurer la protection des locaux attenants à une salle radiologique. Elle décrit également les dispositifs de sécurité à mettre en place tels que les signalisations lumineuses et les arrêts d'urgence.

Des salles trop exigües (quatre salles de 6,2 m², 12 m², 14 m² et 16 m² constatées dans l'étude) ne favorisent pas une observance efficiente des mesures de radioprotection, une libre circulation ni la pratique aisée d'une maintenance. La salle de 16 m² exposait une situation encore plus préoccupante car y étaient installés deux appareils de radiologie conventionnelle tous deux fonctionnels. En revanche, 78,3 % des salles de notre série avaient une surface normale. Kouassi et al en 2005 ont constaté une proportion similaire à Abidjan (80 %) de salles abritant une installation radiologique répondant aux normes en matière de surface minimum recommandée par la législation ivoirienne ($N \geq 25\text{m}^2$) [8].

La totalité des murs et des portes dans notre étude étaient en théorie blindées et leurs caractéristiques suffisantes pour empêcher la diffusion des rayons hors des salles. Ils étaient tous faits de béton et recouvert de plomb dans 4,35 % des cas. Les portes étaient plombées dans 87 % des cas. Tapsoba et al avaient noté dans leur étude que 93,75 % des murs étaient blindés, 78,1 % faits de briques pleines et recouvert de plomb dans 15,6 % des cas [9].

En dehors du zonage qui n'était effectif dans aucun des centres de notre étude comme signalés par Houndétoungan [10] et Mbo Amvene et al [11] dans leur étude respective, seulement six salles (26,08 %) de radiologie avaient un témoin lumineux de mise

tube radiogène était actif pour de contraintes professionnelles et 08 travailleurs (15,09 %) par inadvertance du fait de l'absence de signalisation lumineuse. Le *tableau IV* montre la fréquence d'utilisation des équipements de protection individuels (EPI) par les travailleurs.

sous tension du générateur. Ce témoin était fonctionnel dans une seule salle. En principe, tous les accès des salles de radiologie devraient avoir une signalisation lumineuse activée automatiquement par la mise sous tension du tube radiogène [5, 7]. L'absence d'une signalisation lumineuse augmente le risque d'exposition des travailleurs aux rayons X.

4.2 Equipements de radioprotection

Un seul service ne disposait pas de tabliers plombés. Les autres équipements de protection individuelle : EPI (gants plombés, protège thyroïde, protège gonades et lunettes protectrices) étaient peu disponibles. Ces derniers étaient absents dans l'ensemble des structures sanitaires étudié par Mbo Amvene et al en 2017 [11]. Tapsoba et al quant à eux ont trouvé des gants plombés, protège-thyroïde et lunettes plombées dans respectivement 58,8 %, 82,3 % et 5,88% des services [9]. Ces EPI n'ont jamais fait l'objet d'un contrôle d'intégrité physique contrairement aux normes internationales de radioprotection qui recommandent un contrôle périodique de l'efficacité et de la conformité de ces équipements [12]. Houndétoungan en 2015 au sud-est du Bénin a trouvé que 70 % des équipements étaient en cours d'usage depuis plus de 5 ans [10] et Jaouad a fait le même constat pour 60 % des équipements de sa série [13].

4.3 Suivi médical et dosimétrique

La présente étude a relevé une absence totale de suivi médical devant permettre le dépistage précoce de lésions précancéreuses et l'organisation de la prise en charge thérapeutique et médico-légale de pathologies radio-induites. Mbo Amvene et al en 2017 regrettaient le même constat [11], de même que Houndétoungan en 2015 dans le sud-est du Bénin [10].

Le suivi dosimétrique des travailleurs, élément essentiel pour la limitation des doses n'était effectif que dans une seule structure sanitaire. En principe,

tous les travailleurs exposés aux rayons X doivent bénéficier d'un suivi médical et dosimétrique. Selon leur activité et leur niveau d'exposition, il peut s'agir d'un dosimètre passif ou d'un dosimètre actif. Le cumul des doses reçues aide le médecin de travail à anticiper sur la survenue de pathologies radio-induites. Il se base, en outre sur les examens biologiques [5]. Même les expositions aux faibles doses, étant susceptibles d'engendrer des effets néfastes sur le travailleur [5,14].

4.4 Observance des mesures de radioprotection

Les trois mesures pratiques de radioprotection sont l'interposition des écrans protecteurs, l'éloignement de la source et la réduction du temps d'exposition.

- Interposition des écrans protecteurs

Concernant les cabines de commande plombées et les paravents plombés, ils étaient disponibles et utilisés dans tous les centres visités. Notre constat est similaire à celui fait par Jaouad en 2013 [13]. Mbo Amvene et al en 2017 ont constaté une proportion inférieure (75 %) [11]. Notre résultat est lié au fait que dans notre série, tous les appareils de radiologie sont utilisés de manière fixe, avec le tableau de commande installé à l'abri de ces équipements de protection.

S'agissant des tabliers plombés, ils étaient disponibles dans la majorité des formations sanitaires inspectées. Toutefois, nous avons constaté que seulement 5,66 % des travailleurs portaient toujours leur tablier en situation d'exposition et 54,72 % affirmaient le porter souvent. Plusieurs études menées sur l'observance des mesures de radioprotection dans d'autres pays africains ayant une réglementation locale ont montré une meilleure d'observance. En effet, Kouassi et al en 2005 à Abidjan [8] et Tapsoba et al à Ouagadougou en 2010 [9] avaient rapporté que 97 % des travailleurs se protégeaient à l'aide d'un tablier plombé. Jaouad en 2013 l'avait observé chez 80 % de ses enquêtés [13]. D'autres auteurs ont noté des proportions similaires à la nôtre, Mbo Amvene et al en 2017 (57,1 %) [11] et Khaled en 2010 (50 %) [15]. L'absence de port de tablier plombé témoigne du manque de rigueur du personnel en ce qui concerne sa propre protection. Il était considéré comme « une perte de temps » pour la réalisation

d'un examen ou simplement « inutile car le paravent protège assez » selon certains travailleurs. L'autre raison la plus évoquée était son poids. Pourtant, d'après Menechal et al en 2011, certains types de tabliers sont plus facilement utilisés et bien tolérés car plus adaptés à la morphologie du travailleur et plus légers [16].

Quant aux autres équipements de protection individuels (protège-thyroïde, protège-gonades, lunettes plombées et gants plombés), ils n'étaient quasiment jamais utilisés dans les services qui en disposaient. Kouassi et al (2005) [8] avaient fait le même constat tandis que Jaouad (2013) à Marrakech, avait constaté que 17,9 % des travailleurs en faisaient usage [13].

- Réduction du temps d'exposition

Au cours de l'enquête, 15,09 % des travailleurs s'étaient retrouvés dans la salle en dehors des contraintes professionnelles pendant l'activation du tube radiogène et pour la plupart du temps par inadvertance du fait de l'absence de signalisation lumineuse. Ce dysfonctionnement augmente le temps d'exposition des travailleurs avec une accumulation supplémentaire de dose absorbée. Nous avons constaté que seuls 17% des travailleurs avaient bénéficié de congés techniques. Khaled et al (2010) ont constaté que 20 % des travailleurs en bénéficiaient [15].

- Eloignement de la Source

Le personnel doit, en permanence, se tenir aussi loin que possible du faisceau de rayons X. On ne doit jamais autoriser l'exposition directe du personnel au faisceau de rayonnement primaire [7]. Les salles de radiologie à grandes dimensions, de cette étude, ont l'avantage d'installer le poste de commande à une position plus éloignée. En effet, le débit de dose diminue avec le carré de la distance [5].

En revanche, les locaux exigus (quatre salles de 6,2 m², 12 m², 14 m² et 16 m² constatées dans l'étude) ne sont pas compatibles avec un éloignement suffisant entre le poste de commande et le tube radiogène. Il importe de respecter les normes de construction pour assurer une protection optimale du travailleur [5, 17].

5. Conclusion

La pratique de la radioprotection dans les structures sanitaires du nord Bénin souffre de nombreuses insuffisances. L'absence d'une autorité de régulation de l'utilisation médicale des rayonnements ionisants a ouvert la voie à l'installation d'unités de radiologie conventionnelle ne respectant pas les normes de construction.

Les mesures pratiques de radioprotection des travailleurs dans les formations sanitaires n'étaient pas suffisamment observées. Il urge que des mesures correctives soient prises pour relever le niveau de radioprotection des travailleurs dans le domaine du radiodiagnostic à rayons X.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

6. Références

1. Arrivé L. Modalités radiologiques. In : imagerie médicale pour le clinicien. Arrivé L, Miquel A, Monnier-Cholley L et al. Elsevier Masson. Paris ; 2012 : 11-95
2. Chen YM, Whitlow CT. Scope of diagnostic imaging. In: Basic radiology. Pope TL, Ott DJ. 2nd ed, Lange. New York: 2011; 1-14
3. Aichinger H, Dierker J, Joite-Barfud, Seabel M. Radiation exposure and image quality in X-ray, diagnostic radiology: physical principles and clinical applications. 2nd Ed. Springer, Berlin Heidelberg; 2012: 307 p
4. Moifo B, Kamgnie MN, Fointama FN, Tambe J, Tebere H et al. Évaluation de la conformité des demandes d'examens d'imagerie médicale: une expérience en Afrique subsaharienne. Médecine et Santé Tropicales 2014, 24(4): 392-6
5. Jimonet C, Moterier H. Personne compétente en radioprotection. Principes de radioprotection-réglementation. EDP Science. Paris ; 2007 :362 p.
6. Nénot JC, Brenot J, Laurier D, Rannou A, Thierry D. Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique. Collection lignes directrices. Publication 103 de la CIPR. Lavoisier, Ed Tec & Doc 415p
7. Association française de normalisation. Normes française de construction NFC 15-160 ; mars 2011. [www.afnor.org, consulté le 13 septembre 2017]
8. Kouassi YM, Wognin SB, Tchicaya AF, Alla D, Bonny JS. Etude de l'observance des règles de radioprotection en milieu hospitalier à Abidjan. Arch des Mal Prof l'environnement. 2005;66:369-74.
9. Tapsoba T., Ouattara T., Belemilga HGL, Sanon H, Bamouni YA, Ouédraogo V et al. Application des règles de protection contre les rayons X dans les services de radiologie de Ouagadougou. Med Nucl. 2010;34:e9-12.
10. Houndetoungan GD. Evaluation de l'observance des mesures de radioprotection des travailleurs dans les services de radiologie de l'ouémé et du plateau au Bénin en 2015 [Mémoire de DES, Biologie médicale et sciences fondamentales, Biophysique]. Faculté des Sciences de la Santé de Cotonou; 2015.
11. Mbo Amvene J, Djonyang B, Mballa A, Ngaroua, Nko'o Amvene S. Observance des Règles de Radioprotection dans les Services d'Imagerie des Hôpitaux de l'Extrême-Nord du Cameroun. Heal Sci Dis. 2017;18(2):83-7.
12. Autorité de sureté nucléaire. Présentation des principales dispositions réglementaires de radioprotection applicables en radiologie médicale et dentaire, France 2014. [http: professionnels.asn.fr/Les-Guides-de-IASN/Recueil-de-textes-réglementaires- relatifs à la radioprotection, consulté le 30 septembre 2017]
13. Jaouad S. Etude de l'observance des règles de la radioprotection en radiologie conventionnelle dans les hôpitaux SEGMA de la Région Marrakech Tensift al Haouz. 2013.
14. Vaillant L, Schneider T. Evaluation du détriment associé à l'exposition aux faibles doses et faibles débits de dose dans le système de radioprotection. Environ Risque Sante 2012 ; 11 :149-59
15. Khaled A, Ghomari O, Kandouci AB. La radioprotection dans les établissements de soins utilisant les rayons X: évaluation et constats dans la ville de Sidi Bel-Abbès. Sidi Bel-Abbès, Algérie; 2010.
16. Menechal P, Valero M, Megnigbeto C, Marchal C, Godet J-L. La radioprotection des patients et des travailleurs en radiologie interventionnelle et au bloc opératoire. IRSN. 2011;222:27-33.
17. Cordoliani YS. Foehrenbach H. Radioprotection en milieu médical : principes et mise en pratique. 3ème ed. Elsevier Masson. Paris ; 2014 : 230 p.