

PROBLÉMATIQUE DE LA MAINTENANCE HOSPITALIERE AU BENIN : CAS DES UNITÉS DE RADIOLOGIE.

MEDENOU D. (1), SANTOS N. (2), ABOHOU R. (3), AMADOU S. (4)

(1) *Daton.medenou@epac.ac.bj*, Département de Génie Biomédicale

(2),(3),(4) Département de Génie d'Imagerie Médicale et de Radiobiologie
Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) 01 BP 2009 RP Cotonou, BENIN

RESUME

La maintenance hospitalière peine à s'organiser en Afrique. Le manque de compétence, la méconnaissance des métiers du génie biomédical par les administratifs hospitaliers, une provenance diversifiée des équipements hospitaliers compliquent toute organisation efficiente en maintenance hospitalière dans la sous-région. Ici la principale source de diagnostic médical reste encore l'imagerie médicale (Radiologie, Scanner, IRM, Fibroscopie, Echographie etc.). Dans ce département la radiologie vient en tête. La qualité de l'image dépend de paramètres incontrournables : dimensions du foyer de l'anode du tube à RX, la précision des calibrages de la haute tension, du courant du tube, de la minuterie et l'alignement du rayon central, etc. . La démarche qualité implique un suivi constant de ces paramètres. Il est important de vérifier à défaut l'état de ces paramètres là où ceci est possible. Notre étude concerne un échantillon de centres médicaux au sud du Bénin. L'analyse des résultats enregistrés révèle : à Cotonou, Porto-Novo et Ouidah en 2007 et 2008, sur 36 foyers radiogènes, quatre (04) catégories de détérioration sont recensées : diminution de la taille (52,78 %), de la longueur (11,11%), augmentation de la taille (30,56%) du foyer, absence de zone d'estompement (5,55 %). En 2009 et 2010 d'autres études à El-Fateh, Hôpital de Memontin, HOMEL et au CNHU ont montré des défaillances des calibrages. A la suite de l'analyse des résultats sur ces quatre années l'étude propose une organisation légère mais pratique de la maintenance des installations de radiodiagnostic dans tout le Bénin et par extension dans la sous-région.

Mots Clés : Maintenance, calibrage, facteurs techniques, radiodiagnostic, foyer.

SUMMARY :

Biomedical maintenance in Africa under Sahara is permanent problem. The lack of qualified biomedical engineers, lack of knowledge on biomedical pro-

fession by hospitals administrative and various origin of equipments make difficult all efficient biomedical maintenance organization attempts in West Africa. The main medical diagnostic source in that region is medical imaging (radiology, IRM, fibroscopy, echography etc.). In this field radiology is on the top. Here, image quality depends on parameters of which : the X-ray tube anode focus dimensions, high voltage calibration precision, the current in the tube, time-switch and the central ray alignment. The best approach involves on a permanent verification of these parameters. That seems to be unrealizable in the region. It is so important that we verify such parameters in Benin. The work concerns on measuring these parameters on medical centers sample in south of Benin. The results analysis showed: in the medical imaging services in Cotonou, Porto-Novo and Ouidah in 2007, 2008, on 36 focus four (04) classes of deterioration of the focus had been dropped out: focus size decreasing (52,78 %), focus size increasing (30,56 %); focus length decreasing (11,11 %); non existence of stumppment area (5,55 %). In 2009 and 2010 other studies at El-Fateh, Memonin hospital, HOMEL and CNHU have shown defaults on the precision of the calibrations. Following the results analysis on the four years the work proposes a light and practical organization of the preventive maintenance of the radio diagnosis installations in Benin and also in the West African region.

Key words: Maintenance, stary disc, X-ray anode focus dimensions, calibration.

INTRODUCTION

En Afrique Occidentale francophone, en Afrique Centrale Francophone la qualité des soins de santé demeure insuffisante, parfois douteuse et ridicule à la limite. Le témoignage irréfutable en est les évacuations sanitaires fréquentes de ces régions vers les pays du nord. Pourtant il n'est plus un secret que ces pays regorgent de grands talents en médecine toutes les spécialités confondues. La ressource humaine compétente généraliste et spécialiste existe ! A en juger par les nombreux dons en provenance du Nord, les budgets d'Équipements sanitaires alloués chaque année aux ministères en charge de la santé dans ces pays, les visites effectuées par notre équipe dans les grands centres hospitaliers du Bénin et du Togo, le matériel de travail est aussi disponible dans la plupart de ces pays (Bénin, Togo, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Mali, Cameroun, Congo, Gabon etc.). Le constat frappant et inquiétant est

que des équipements neufs sont restés non installés dans beaucoup de centres et des équipements déjà installés sont restés non fonctionnels ou sont tombés en panne et restent immobilisés pour une durée indéterminée, attendant un probable réparateur étranger. Il ressort de toute cette situation et de plusieurs investigations de l'OMS [7] que la ressource humaine qualifiée fait défaut quant à l'installation, au suivi et à l'entretien de ces équipements. Les équipements biomédicaux et hospitaliers se retrouvent dans tous les services médicaux : les services de diagnostic comme l'imagerie médicale, les services des urgences, l'orthopédie, la pédiatrie, la gynécologie, l'ophtalmologie, l'Otto-Rino-Laryngologie (ORL), la biochimie, l'hématologie, la cuisine, la buanderie etc., les services de soins comme le bloc opératoire, les services des urgences, l'orthopédie, etc.. En diagnostic les services de radiologie occupent une place prépondérante. Les médecins y ont recours plus fréquemment, mais les rayons x ne sont pas sans dangers aussi bien pour les patients que pour les techniciens qui y travaillent. Globalement parlant, la maintenance des équipements biomédicaux reste une denrée rare dans les pays de notre sous-région. L'état de la plupart des équipements reste inconnu des utilisateurs et des administrateurs. On ne pense à un équipement que quand il est en panne. Cependant avant son immobilisation un générateur de rayons X a déjà certainement fait des victimes ignorantes en silence. C'est pourquoi notre étude s'est d'abord penchée sur la situation des appareils de radiologie dans certaines régions de notre pays pour faire ressortir la nécessité d'une politique de maintenance préventive obligatoire de tous les équipements en service dans nos centres de santé. Pour commencer cette étude les efforts sont d'abord concentrés dans le Littoral et l'Atlantique pour s'étendre ensuite dans l'Ouémé et le Plateau. Le développement de cet article portera sur l'état des lieux des centres de radiologie, l'état des lieux de la maintenance hospitalière en général, et de la maintenance des équipements de radiologie en particulier, les matériels de maintenance en radiologie, la description et la conduite de certaines expériences, les résultats, leur analyse et les perspectives d'avenir pour un soin de santé de qualité dans notre sous-région.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. CADRE D'ETUDE

Notre étude a eu pour cadre les centres d'Imagerie Médicale des villes de Cotonou, Porto-Novo et Ouidah.

1.1. MATERIELS

Nous avons utilisé pour notre étude :

1.1.1. Matériels lourds :

- les générateurs à R-X des centres d'imagerie médicale,
- les systèmes de développement (manuel ou automatique) selon les centres.

1.1.2. Matériels légers :

- des cassettes avec écran renforteur universel de format 18cmx24 cm,
- des films à double émulsion de format 8cmx24 cm,
- des caches plombées,
- les lettres plombées pour identification,
- le disque étoilé de Nuclear Association (NA),
- une règle de précision pour la prise des mesures,
- un négatoscope pour la lecture des clichés et la prise des mesures.

1.1.2.1- Description du Matériel de Contrôle

La mesure directe des dimensions du foyer avec précision requiert un matériel non disponible sur le marché et un processus complexe industriel très coûteux. C'est pour cela que la solution de la mesure indirecte est préconisée en utilisant le disque étoilé de Nuclear Association (NA), le cylindre à barres de RMI (Radiation Manufacturing Incorporated) ou la mire étoilée. Le matériel utilisé dans nos expériences est le disque étoilé.

Disque étoilé de Nuclear Association

Le vérificateur du point focal de Nuclear Association (N.A) est un disque formé de rayures creusées dans une mince lame de plomb circulaire délimitant des secteurs angulaires égaux convergeant vers le centre du disque. Cette mince lame de plomb est recouverte de plexiglas à ses deux surfaces. Deux rayures consécutives sont séparées par une lamelle de plomb de mêmes dimensions que chaque rayure. L'instrument est ainsi formé alternativement de rayure et de lamelle de plomb de même secteur angulaire. Deux secteurs angulaires de nature différente forment une paire de lignes. Il existe plusieurs modèles de

l'instrument caractérisé chacun par le nombre de paires de lignes et l'angle de chaque secteur. Le modèle 07.509 utilisé lors de notre étude est formé de 44 paires de lignes disposées en 4 groupes de 45° chacun. L'angle de chaque secteur est de 2°.



Figure 1: Schéma du Disque étoilé de Nuclear Association [5]

1.1.3. Déroulement de l'expérience et Evaluation des résultats

1.1.3.1 Déroulement de l'expérience

Après avoir chargé une cassette 18x24cm, nous l'avons divisé en deux (2) champs d'irradiation. La partie non exposée est recouverte de cache plombée. A l'aide du sparadrap, nous avons collé le disque étoilé à la surface du collimateur du tube à R-X de façon à être parallèle au film et perpendiculaire au rayon central. Ce dernier passe par son centre et arrive au milieu du champ d'irradiation. Nous avons choisi une distance foyer-film (DFF) égale au double de distance objet-film (DOF) afin d'obtenir un facteur de magnification $M=2$. Nous avons placé une lettre d'identification sur la cassette pour indiquer l'axe cathode-anode. Nous avons pris les facteurs techniques les plus bas pouvant donner un bon contraste puis, nous avons irradié.

1.1.3.2. Méthode d'Evaluation des résultats

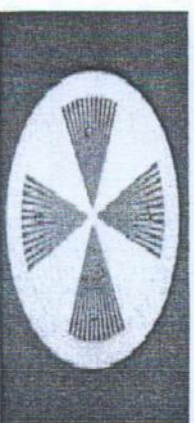


Figure 2 : Image du disque étoilé après irradiation [5]

Légende

C-D : Axe cathode-anode

A-B : Axe perpendiculaire à l'axe cathode-anode

En examinant l'image obtenue après l'irradiation et développement du film, nous avons remarqué du centre à la périphérie les zones à contraste nul sur

les axes. L'interprétation géométrique de la projection des faisceaux de radiation sur l'outil permet de calculer F_1 et F_2 qui sont les dimensions du foyer optique.

Les mesures étant faites en millimètre (mm), F_1 est aussi en mm. La seconde dimension du foyer F_2 est calculée de la même manière tout en sachant que cette fois-ci D est mesurée sur l'axe perpendiculaire à l'axe cathode-anode qui a servi au calcul de la première dimension.

Le modèle de disque utilisé est 07.509 avec $\alpha = 2^\circ$;

$$\text{Ainsi nous avons } F_1 = 0,035 \times \frac{D}{M-1} \text{ et } F_2 = 0,035 \times \frac{D'}{M-1} [10]$$

Après avoir calculé F_1 et F_2 , leurs valeurs sont comparées aux dimensions des foyers nominaux correspondants.

1.2- METHODES

1.2.1- Critères d'inclusion

Nos choix sont portés sur des appareils de radiodiagnostic en exploitation depuis deux (02) ans au moins.

1.2.2- Critère d'exclusion

Tout appareil :

- dont les références initiales du foyer ne sont pas disponibles, ou
- ne fonctionnant plus.

2. RESULTATS

Ainsi, les résultats de nos travaux sont classés en trois catégories :

- au sujet des centres,
- au sujet des générateurs à R-X,
- au sujet des foyers radiogènes.

2.1. AU SUJET DES CENTRES

Les centres d'imagerie médicale visités seront répartis selon :

- le nombre de générateur,
- le type de développement,
- l'existence du matériel de contrôle.

Tableau I : Répartition des centres visités

Centres	Effectifs	Fréquences (pc)
Centres sollicités	25	100
Centres ayant répondu	19	76,00
Centres ayant refusé	01	4,00
Centres dont les générateurs à R-X sont en panne	03	12,00
Centres dont les générateurs à R-X ne répondent pas à nos critères	02	8,00

Tableau II : Répartition des centres disposant du matériel de contrôle

Centres	Effectifs	Fréquences (pc)
Centres ayant le matériel de contrôle	01	5,26
Centres n'ayant pas le matériel de contrôle	18	94,74
Total	19	100

2. AU SUJET DES GENERATEURS A R-X

La répartition des générateurs est faite en fonction :

- du nombre de générateurs disponibles par centre,
- du type d'anode,
- de l'existence de références initiales,
- du nombre journalier d'examen réalisés
- de la fréquence journalière de fonctionnement

Tableau III : Répartition des générateurs à R-X des centres visités

Centres	Effectifs	Fréquences (pc)
Générateurs à R-X testés	23	67,65
Générateurs à R-X en panne	06	17,65
Générateurs à R-X ne remplissant pas nos critères	03	8,82
Générateurs à R-X non installés	02	5,88
Total	34	100

Tableau IV : Répartition des centres selon le nombre de générateurs

Centres	Effectifs	Fréquences (pc)
Centres ayant un générateurs à R-X	15	78,95
Centres ayant deux générateurs à R-X	04	21,05
Total	19	100

Tableau V : Répartition des générateurs selon le type d'anode

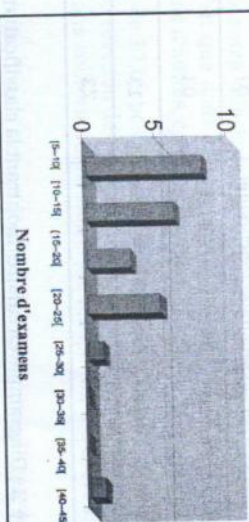
Centres	Effectifs	Fréquences (pc)
Anode fixe	03	13,05
Anode tournante	20	86,95
Total	23	100

Tableau VI : Répartition des générateurs disposant des références initiales ou non du foyer

Centres	Effectifs	Fréquences (pc)
Générateurs à R-X disposant des références initiales du foyer	23	92,00
Générateurs à R-X ne disposant pas de références initiales du foyer	02	08,00
Total	25	100

Nombre de générateurs

Graphe A et B : Répartition des générateurs en Fonction du nombre journalier d'examen réalisés



Nombre de générateurs

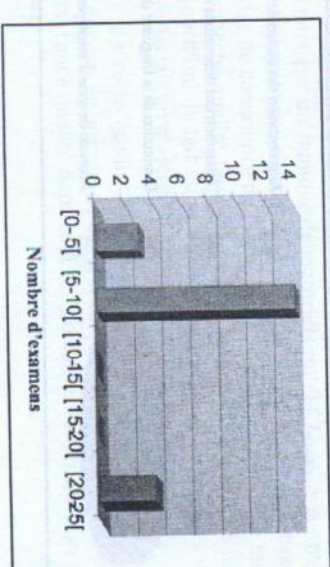


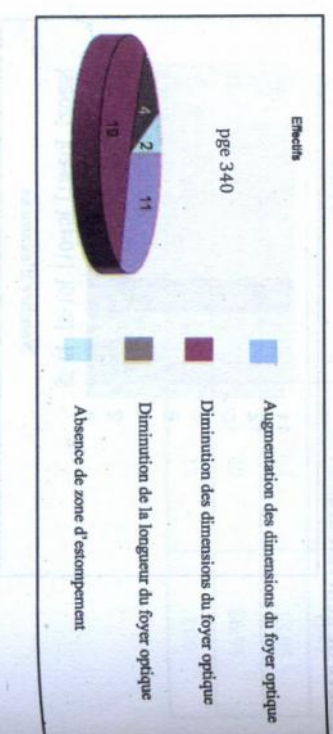
Tableau VII : Répartition des générateurs selon le nombre de foyers

Centres	Effectifs	Fréquences (pc)
Générateurs disposant d'un (1) foyer	07	30,44
Générateurs disposant de deux (2) foyers	16	69,56
Total	23	100

Tableau VIII : Répartition des générateurs selon le fonctionnement des foyers

Centres	Effectifs	Fréquences (pc)
Générateurs à un (1) seul foyer fonctionnel	07	30,43
Générateurs à deux (2) foyers dont un (1) fonctionnel	03	13,05
Générateurs à deux (2) foyers fonctionnels	13	56,52
Total	23	100

Figure 3 : Diagramme circulaire montrant la classification des dimensions des foyers optiques calculés



3. DISCUSSION

Notre discussion portera sur :

- les centres visités,
- les résultats obtenus.

3.1. A PROPOS DES CENTRES VISITES

Notre objectif n'est pas d'inclure tous les centres d'imagerie médicale du Bénin, mais ceux de Cotonou, Porto-Novo et Ouidah. Nous avons choisi au hasard de contacter vingt cinq (25) centres d'imagerie médicale de ces villes.

Un centre, soit 4% (Tableau I), n'a pas répondu favorablement à notre demande.

Le nombre de générateurs à R-X testés supérieur au nombre de centres ayant répondu à notre sollicitation et inférieur au nombre total de centres, est dû au fait que dans certains centres plus d'un générateur fonctionnaient et dans d'autres, certains étaient en panne.

Le pourcentage de 17,65 pc (Tableau III) de générateurs à R-X en panne n'a pas suscité la réaction des responsables dans leur remise en état. Cet état de chose nous conforte dans notre préoccupation à travers la présente étude.

Selon les travaux de Claude Robert [6], il a été recommandé que les générateurs à R-X soient contrôlés de façon régulière et deux fois par an. De tous les centres visités il a été constaté que ce contrôle ne se fait pas. Cela se justifie d'une part, par un manque de matériels soit 94,74 % de centres (Tableau II) ne disposant pas de matériel de contrôle, et d'autre part par l'absence de prise de conscience de l'importance capitale d'une telle mesure dans la démarche qualité. Soulignons que la démarche qualité s'impose à tous aujourd'hui du fait de la mondialisation et des exigences de plus en plus sévères sur un marché très concurrentiel.

Aussi, ressort-il de cette étude que beaucoup de centres d'imagerie médicale sont encore en marge de la préoccupation mondiale qui est aujourd'hui l'assurance qualité dans tous les domaines de production ou de prestation [4].

3.2. A PROPOS DES RESULTATS

Le contrôle des dimensions du foyer ne s'est effectué que sur les appareils :

- fonctionnant depuis deux (02) ans au moins
- et possédant les références initiales du foyer:

Ces deux conditions sont imposées par notre méthodologie qui vise à prévenir le vieillissement précoce ou tardif des tubes en comparant les dimensions calculées à celles du constructeur.

Les résultats de nos expériences ont été classés en (04) quatre catégories (Figure 3)

- * Diminution des dimensions du foyer
- * Augmentation des dimensions du foyer
- * Diminution de la longueur
- * Absence de zone d'estompement

3.2.1. Diminution des dimensions du foyer

Sur un total de 36 foyers radiogènes testés, 19 (Figure 3) ont connu une réduction des dimensions de leur foyer. Cette situation pourrait résulter du phénomène de cratérisation de l'anode.

Ce phénomène est caractérisé par la présence de cratères à la surface de l'anode qui, devenant rugueuse, hérissée de « vaguelettes » [2] ne produit qu'un faisceau spatialement hétérogène.

L'expérience de J.P. Monnier [3] a montré que :

- un tube neuf (ayant sa surface anodique parfaitement polie) émet un rayonnement dissymétrique : une cassette 36 X 43cm placée à un mètre reçoit au centre une énergie de 100 %, du côté de l'anode une énergie de 75 % (effet talon) et du côté de la cathode 10,5 % ;
- un tube usager (dont la surface de l'anode a un aspect hérissé) a un rendement qui baisse progressivement, et il n'est pas inhabituel de retrouver au centre du faisceau une énergie de 60 % qui tombe à 40 % du côté de l'anode et 70 % du côté de la cathode.

De cette expérience, il en découle une baisse importante du rendement émissif de l'anode (soit environ 35 pc).

Selon nos résultats, il a été constaté que la cratérisation de l'anode est plus importante au niveau des tubes à anode fixe qu'au niveau des tubes à anode tournante. Un autre facteur favorisant la cratérisation de l'anode est la longue période d'utilisation.

En effet, le phénomène de cratérisation de l'anode oblige l'utilisateur à augmenter les facteurs techniques et la conséquence immédiate est l'augmentation de la dose administrée aux patients.

3.2.2. Augmentation des dimensions du foyer

Les différents résultats ont montré qu'il existe des foyers qui ont connu une augmentation de leurs dimensions. Parmi les 36 foyers testés, nous remarquons 11 foyers qui ont subi une augmentation de la taille de leur foyer.

Cette augmentation serait due à un déplacement de l'anode qui est provoqué par la vibration de la gaine métallique.

Sous l'effet de la chaleur et de la vitesse de rotation de l'anode (3000tr/min à 9000tr/min), les roulements à billes du moteur d'entraînement du plateau anodique s'usent. Ainsi le plateau anodique prend un jeu mécanique en favorisant la création des foyers extrafocaux responsables de l'agrandissement des dimensions du foyer.

D'après nos résultats, les 19 foyers de générateurs (Graphes A et B) ont connu une forte augmentation des dimensions de leur foyer entraînant ainsi une absence de netteté sur les clichés radiodiagnostic c'est-à-dire un flou géométrique.

Avec le temps l'usure rend bruyant ces roulements. Ce phénomène annonce un grippage donc une mort du tube.

3.2.3. Diminution de la longueur

Par effet Edison ou effet thermoelectrique et avec le temps, le filament cathodique perd une partie de son diamètre. Il s'ensuit la diminution de la longueur du foyer réel et par conséquent celle du foyer optique ou géométrique. Ce phénomène expliquerait la diminution de la longueur que nous avons observée dans notre échantillon.

3.2.4. Absence de zone d'estompe

Deux (02) foyers d'un des générateur étudiés (Graphes A et B, diagramme circulaire) ne présentent pas des zones d'estompe. Dans ces cas le calcul des dimensions est rendu difficile voire impossible selon la méthode que nous avons utilisée. Cette absence de zone d'estompe pourrait être expliquée par une cratérisation très poussée de l'anode. La conséquence immédiate est l'absorption de la quasi-totalité des R-X par les irrégularités de surfaces. On assistera à une mort certaine du tube dans les heures à venir.

4. DISCUSSION APPROFONDIE

Ces résultats laissent présager que l'ampoule de la détérioration du foyer de l'anode peut s'effectuer aussi bien dans le sens de la réduction des dimensions des foyers que dans le sens de leur agrandissement.

La conséquence dans les deux cas est l'augmentation des facteurs techniques.

Dans le 1er cas, cette augmentation compense l'insuffisance d'émission de faisceaux -X atteignant le film. Dans le 2ème cas, elle compense la diffusion exagérée de faisceau -X rendu peu pénétrant. Cela nécessite l'augmentation du filtrage pour absorber les faisceaux -X mous.

L'augmentation des facteurs techniques serait liée à l'âge ou au vieillissement du tube radiogène. Cette idée a été soutenue par l'étude de l'Association Canadienne des Radiologistes qui a montré que les appareils de radiologie sont désuets après dix (10) années d'utilisation [3]. Cette hypothèse est corroborée par le constat d'évolution des chartes des facteurs techniques aux bornes d'un tube à R-X [1]. Une autre étude de l'Association Canadienne des Radiologistes a montré que la hausse des doses administrées aux malades a été la cause de mille cinq cent (1500) décès au Canada [2].

Ainsi, les conséquences du vieillissement du tube radiogène sont :

- L'augmentation de la dose reçue par le patient. Ce résultat a été prouvé par les travaux du Dr Barrette qui a estimé qu' on triple facilement la dose au patient avec un appareil vétuste [2].

- L'augmentation de la dose reçue par le technicien d'imagerie médicale prouvée par l'étude de la l'Association Canadienne des Radiologistes [2].

- La mauvaise qualité des images obtenues qui ne permet pas de faire un bon dépistage de certaines affections ou de poser un bon diagnostic.

Pour confirmer davantage cette situation un travail de contrôle régulier des dimensions du foyer dès la mise en service d'un nouvel appareil est nécessaire.

Aussi, faudrait-il dans l'appréciation des résultats tenir compte des effets de dérèglement du calibrage des facteurs techniques (Haute Tension sur l'anode (kV), Temps de pose, Courant du tube (mA)).

CONCLUSION & PERSPECTIVES

Notre étude dont le thème est intitulé « **PROBLEMATIQUE DE LA MAINTENANCE HOSPITALIERE AU BENIN : Cas des unités de Radiologie.** » s'est réalisé sur trente-six (36) foyers radiogènes et a eu pour cadre les centres d'imagerie médicale des villes de Cotonou, Porto-Novo et Ouidah.

Cette étude avait pour objectif la prévention du vieillissement précoce ou tardif du tube radiogène. Il s'agissait de comparer les résultats issus des calculs des dimensions du foyer radiogène aux dimensions fournies par le constructeur afin d'apprécier le degré d'usure du foyer pour toutes fins utiles.

Notre étude a montré que la détérioration du foyer radiogène survient très tôt (âge du tube : 2 ans au moins) et est dû aux modes d'utilisation du tube et aux types d'anodes.

Nos résultats confirment notre hypothèse selon laquelle l'utilisation du tube radiogène doit être rationalisée afin d'optimiser son rendement et sa durée de vie.

On retiendra pour terminer que pour disposer de façon permanente des équipements qui vont produire des images de qualité, les responsables à divers niveaux devront mener des actions concertées quant à la mise en exécution d'un programme d'assurance qualité. Ce faisant, nous favoriserons la qualité des prestations données aux populations.

Ainsi on pourra réduire la dose excessive de rayonsX absorbée par le patient due à l'augmentation des facteurs techniques qui accélère la destruction des tubes radiogènes. Cette augmentation des facteurs techniques est aussi à la base des aberrations chromosomiques(tumeurs) observées au niveau des cellules des patients et du personnel en imagerie médicale.

Nous pouvons suggérer aux centres hospitaliers de souvent pratiquer ce contrôle peut-être même avec du matériel plus performant tels : la caméra à fente et le capteur numérique qui leur donneront des résultats très précis. Mais à défaut de ces derniers le département de Génie Mécanique et Energétique de l' Ecole Polytechnique de l'Université d'Abomey-Calavi pourrait fabriquer le disque étoilé et d'autres instruments de contrôle dans ce domaine. Les diplômés du département de Génie d'Imagerie Médicale et de Radiobiologie de la même Ecole peuvent conduire un grand nombre de ces contrôles alors que leurs collègues de la filière Maintenance Biomédicale et Hospitalière peuvent apporter des solutions adéquates si les contrôles révélaient des défaillances.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Ahoton A, Odiro A. Importance du contrôle de calibrage des facteurs techniques en radiodiagnostic
Mémoire Abomey-Calavi, UAC/E.P.A.C, 2005 : 5-6, 54-62.
- 2-KASSEHEIN P. Adéquation du niveau d'équipement radiologique des centres d'imagerie médicale du BENIN face aux exigences de la déclaration de l'O.M.S. : Cas du département Mono/Couffo. Mémoire Abomey-Calavi, EPAC/UAC, 2006 : 28-29
- 3- Monnier J P. Pratique des techniques du radiodiagnostic (2ème Edition). Paris, Masson, 1982 : 3 - 13
- 4-O.M.S. Assurance de la qualité en radiodiagnostic. Genève, Edition 1984 : 18-21
- 5-Oké P, Chogninou A. Contribution à la vulgarisation de quelques tests de contrôle de calibrage KV, MA, Temps de pose et autres données sur les générateurs R-X. Mémoire Abomey-Calavi, UNB/C.P.U, 1985 : 91-101

- 6- Robert C. Contrôle qualité de la chaîne imagerie en Radiologie conventionnelle . www.utcf.fr
- 7- Rouget L. Rayons-X, Que sais-je (2ème Edition). Paris, Presse Universitaire, 1974 : 85-90.