

LA NUMÉRISATION EN IMAGERIE MÉDICALE : ÉTAT DES LIEUX AU SENEGAL

Abdoul A. BA^{1*}, Nadège G. PEYO^{1,2}, Frank Verbeke³

1 Centre d'imagerie médicale CIM Mermoz, Sénégal

2 Centre Hospitalier Universitaire National Fann, Sénégal

3 Vrije Universiteit Brussel (VUB), Belgique

1 INTRODUCTION

De la découverte des rayons X en 1895 à nos jours, l'imagerie médicale a connu de nombreuses évolutions. La révolution numérique a débuté dans les années 1950 avec l'invention de l'échographie médicale, suivie par celle de la Tomodensitométrie (TDM), dans les années 1970 et de l'Imagerie par Résonance Magnétique dans les années 1980 [3]. Si l'échographie, le scanner et l'IRM sont d'emblé numériques, la radiographie a d'abord été analogique avant d'évoluer progressivement vers la numérisation avec la radiographie computerisée puis la radiographie digitalisée à partir des années 1999 [3]. Cette transition vers le numérique ne peut être qu'applaudie pour plusieurs raisons. L'imagerie analogique nécessite un traitement chimique en vue du développement de l'image sur film analogique, qui représente alors le seul moyen de reprographie et d'archivage, en plus d'être l'unique support pour l'interprétation des images. Les bains chimiques utilisés sont sensibles aux variations climatiques et s'oxydent rapidement au contact de l'air ; mal conservés, ils donnent des images de mauvaise qualité qui vont rapidement être dégradées [4]. De plus, ils doivent être changés régulièrement et éliminés de façon adéquate afin de minimiser leur impact sur l'environnement. L'imagerie numérique présente l'avantage de pouvoir traiter l'image sur console avant la reprographie, ce qui permet d'éviter le gaspillage des films numériques ; ainsi on estime à environ 0.29 à 1.55 euros le prix de revient d'une image radiographique numérique contre 2.4 à 3.4 euros pour une image radiographique conventionnelle [4].

La dématérialisation de l'image médicale a donné naissance à quelques nouvelles applications comme le télé-diagnostic et la télé-expertise. Cette dernière est définie comme l'envoi par réseau informatique des images produites par une structure médicalisée vers une autre équipe pour demander un avis complémentaire, en temps différé, tandis que le télé-diagnostic est l'envoi par réseau des informations produites par une structure médicalisée sans spécialiste vers une autre structure avec spécialiste pour établir le diagnostic primaire [8]. Les deux applications peuvent faire usage de solutions PACS (Picture Archiving and Communication Systems), qui sont des systèmes de gestion électronique des images médicales; ils permettent l'archivage, le stockage, le traitement et la mise en réseau des images numériques [6,1]. Leurs spécificités au sein des systèmes d'information hospitaliers sont d'ordre historique puisqu'ils ont été développés pour la radiologie et la médecine nucléaire, technique (capacité d'archivage, écrans haute définition, standards spécifiques,...) et médical puisqu'ils sont utilisés directement dans l'acte médical [9].

Depuis quelques années, la transition vers le numérique est devenu une réalité en Afrique subsaharienne, et en particulier au Sénégal. Cette étude a eu pour but de dresser l'état actuel de la numérisation du parc d'imagerie médicale dans les structures médicales de référence au Sénégal.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

Il s'agissait d'une étude prospective transversale à visée descriptive, sur une période de deux mois (d'octobre à novembre 2016). Elle a concerné les services d'imagerie médicale d'une part de 10 hôpitaux

*Corresponding author.

publics de référence des différentes régions du Sénégal (Centres Hospitaliers Universitaires et Centres Hospitaliers Régionaux), et d'autre part 2 centres privés considérés comme des centres de référence. Les données avaient été recueillies à l'aide d'un questionnaire pré-établi, et traitées à l'aide du logiciel SPSS 19.

3 RESULTATS

Les services d'imagerie médicale situés en milieu urbain représentaient 66,6%, contre 33,4% pour les services situés en milieu rural ; la moitié des services ruraux ne disposaient pas de radiologues sur place, soit 16,7% de l'ensemble des services étudiés (Tableau I).

Tableau 1. : Disponibilité des radiologues en fonction du milieu.

	Radiologue disponible dans le service		Total
	Non	Oui	
Milieu Rural	2 (16,7%)	2 (16,7%)	4 (33,4%)
Milieu Urbain	1 (8,3%)	7 (58,3%)	8 (66,6%)
Total	3 (25,0%)	9 (75,0%)	12 (100,0%)

Les appareils analogiques (tables os-poumons) étaient retrouvés dans les hôpitaux publics et représentaient 17,9% de l'ensemble des appareils. Les appareils numériques directs (échographie, TDM et IRM) représentaient 39,3% (Tableau II), contre 42,9% pour les appareils numériques indirects (tables os-poumons, mammographes numériques).

Tableau 2. : Profil des appareils disponibles.

	Type				Total
	Milieu	Privé	Public		
Appareils disponibles					
Appareils analogiques	Rural	0	2	2	5 (17,9%)
	Urbain	0	3	3	
Appareils numériques indirects	Rural	0	4	4	11(39,2%)
	Urbain	2	5	7	
Appareils numériques directs	Rural	0	4	4	12(42,9%)
	Urbain	2	6	8	
Total		4(14,2%)	24(85,8%)	28(100,0%)	28(100,0%)

La moitié des services ruraux ne disposaient pas de radiologues sur place, soit 16,7% ; les services ne disposant pas de radiologues sur place (25%) n'avaient pas de système de communication inter-hospitalier donc pas de possibilité de partage des examens (Tableau III). Parmi les services disposant de radiologue sur place 33,4% partageaient leurs examens pour télé-expertise, et 8,3% pour télé-diagnostic.

Tableau 3. Partage d'images numériques.

	Services disposant de radiologues		Total
	Non	Oui	
Pas de partage	3	4	7 (58,3%)
Partage pour télé-expertise	0	4	4 (33,4%)
Partage pour télé-diagnostic	0	1	1 (8,3%)
Total	3 (25,0%)	9 (75,0%)	12 (100,0%)

Les examens numériques étaient archivés via le PACS Cloud dans un seul service, soit 8,3% (Tableau 4).

Table 4. : Archivage des examens numériques.

	Effectifs	Pourcentage
Temporaire sur disque dur	11	91,7 %
Via le PACS Cloud	1	8,3 %
Total	12	100,0 %

Dans 83,3 % des cas, la maintenance était effectuée à l'occasion d'une panne (Tableau V).

Table 5. : Fréquence de maintenance.

	Effectifs	Pourcentage
A l'occasion d'une panne	10	83,3%
Trimestrielle	2	16,7%
Total	12	100,0%

Le défaut de maintenance était la cause la plus fréquente de panne (45,8 %), suivi par la vétusté du matériel et la fluctuation du courant électrique (Tableau VI).

Table 6. Causes de panne.

	Effectifs	Pourcentage
Fluctuation du courant électrique	4	16,7%
Matériel vétuste	9	37,5%
Défaut de maintenance	11	45,8%
Total	24	100,0%

4 DISCUSSION

Les services d'imagerie médicale situés en milieu urbain représentaient 66,6%, contre 33,4% pour les services situés en milieu rural. Les appareils analogiques (tables os-poumons) étaient retrouvés dans les hôpitaux publics et représentaient 17,9% de l'ensemble des appareils.

Les appareils numériques représentaient 82,1% dans notre étude, contre 58,3% pour l'étude de Guegang GE et al [2] au Cameroun, et 11,53% dans celle de Dansou Y. M. [1] au Togo. Les appareils numériques directs (échographie, TDM et IRM) représentaient 39,3% contre 42,9% pour les appareils numériques indirects (tables de radiographie, mammographes numériques).

L'imagerie numérique nécessite comme consommables uniquement des films numériques, tandis que l'imagerie analogique nécessite également des bains chimiques pour le développement de l'image. Pour le format de film 35 x 43, une boîte de 100 films analogiques coûte environ 34 500 F CFA, contre 176 000 F CFA pour une boîte de 125 films numériques, soit 345 F CFA par film analogique et 1408 F CFA par film numérique. L'imagerie numérique présente l'avantage de pouvoir traiter et améliorer l'image avant impression, avec comme conséquence pas ou peu de rebuts de films. Malgré le faible coût des films analogiques, ils présentent l'inconvénient d'avoir une courte durée de conservation, qui peut être raccourcie par un stockage inadéquat [3]. En effet, ils vieillissent sous l'effet de la température et de l'humidité, ce qui va se traduire par une augmentation du voile de base de l'image et des pertes de sensibilité ou de contraste ; ils doivent idéalement être stockés verticalement, de façon chronologique et à une température n'excédant pas 22° pour éviter tout gaspillage [11]. Plusieurs facteurs peuvent conduire à un gaspillage des consommables analogiques: erreurs techniques (mauvais positionnement du patient, constantes d'irradiation inappropriées, défaut de développement de l'image), mauvais entreposage des films et bains, variation de température et d'humidité.

Au Mali, Keïta [9] avait retrouvé 11,2 % de rebut de films analogiques 35 x 43 en centre hospitalier urbain, contre 34,98 % en centre privé urbain pour Diallo [10]. Les facteurs techniques étaient en cause dans 84,7 % dans l'étude de Keïta [9]. Les principales causes de rebuts dans l'étude de Diallo [10] se situaient au niveau de la triade : erreurs de constantes (58,82%), erreurs de centrage (20,43%), et défaut de développement du film (12, 69%). La perte financière due aux rebuts de films analogiques était globalement estimée en centre hospitalier à 3.158.500 FCFA pendant une période de 24 mois dans l'étude de KEITA [9], contre 356.900 F CFA pendant 12 mois dans celle de ZHAO BING et SOUMARE [12] ; elle était estimée à 376.100 f CFA sur une période de 6 mois en clinique privée dans l'étude de Diallo [10]. Ainsi, malgré le faible coût des films analogiques, leur fragilité et la perte financière due aux rebuts les rendent moins compétitifs comparés aux films numériques.

Il y avait 25 % de services ne disposant pas de radiologues sur place, dont 16,7% de services ruraux. Cela pourrait s'expliquer d'une part par le déficit de radiologues au Sénégal, d'autre part par le désintérêt des médecins pour les postes en milieu rural. Parmi les services disposant de radiologue sur place 33,4% partageaient leurs examens via le PACS pour télé-expertise, et 8,3% pour télé-diagnostic. Les services ne disposant pas de radiologues sur place (25%) n'avaient pas de système de communication inter-hospitalier donc pas de possibilité de partage des examens. La généralisation du PACS à de tels services pourrait permettre de palier au déficit de radiologue par le biais du télédiagnostic. Dans 8,3% des centres, les examens numériques étaient archivés via le PACS Cloud ; cela permet d'avoir accès à l'historique des examens des patients et de pouvoir comparer des examens effectués à des dates différentes. L'archivage temporaire sur disque dur concernait 91,7% des centres ; les examens les plus anciens étaient effacés une fois la mémoire du disque saturée. Dans 83,3 % des cas, la maintenance était effectuée à l'occasion d'une panne, et le défaut de maintenance préventive était la cause la plus fréquente de pannes (45,8 %). A l'installation des appareils et des PACS, dans les services, le personnel médical et paramédical était formé à l'utilisation des appareils. Le déficit d'ingénieurs biomédicaux dans les services de maintenance hospitaliers est un frein au bon fonctionnement du numérique, car en cas de panne une intervention extérieure était indispensable, ce qui dans certains cas entraînait de longs délais d'attente.

5 CONCLUSION

Malgré le fait que les appareils analogiques soient encore retrouvés dans certains hôpitaux publics du Sénégal, ils sont largement supplantés par les appareils numériques. L'imagerie numérique présente de multiples avantages à savoir un moindre usage de consommables, une bonne qualité d'image et la possibilité d'archivage et de partage des images via les PACS. Cependant, ces derniers sont sous exploités dans notre contexte alors qu'ils pourraient permettre à la fois d'améliorer la prise en charge des patients et de palier au déficit de radiologues. Le principal défi à relever à l'heure actuelle semble être la mise en place de services de maintenance hospitaliers capables de mettre en œuvre une maintenance préventive des appareils et de les dépanner sans intervention extérieure.

REFERENCES

- [1] Dansou Y.M. Etat des lieux de la numérisation en radiologie conventionnelle dans les hôpitaux publics du Togo. Journées scientifiques internationales de Lomé XVIIe édition, 2016.

- [2] Guegang GE, Zeh OF, Ekobena FH et al. La numérisation en imagerie médicale: état des lieux des hopitaux publics de référence de Yaoundé- Cameroun. *J Afr Imag Méd* 2014 ; 6(2): p
- [3] International Atomic Energy Agency, World Health Organization. Worldwide implementation of digital imaging in radiology. Vienna : International Atomic Energy Agency. IAEA human health series, 2015, no. 28.
- [4] CheckTB, Différences clefs radiographie analogique vs. numérique, http://checktb.com/index.php?option=com_content&view=article&id=189&Itemid=135&lang=fr. Page consultée le 07/01/2017.
- [5] Rohaya MOHD-NOR. Medical Imaging Trends and Implementation: Issues and Challenges for Developing Countries . *Journal of Health Informatics in Developing Countries*. 2011: (5) 1 P.89-98
- [6] Société Française de Radiologie. La Société Française de Radiologie lance un appel à la mobilisation en faveur du PACS. <http://www.sfrnet.org/Data/upload/Images/COM%25/La%20Soci%C3%A9t%C3%A9%20Fran%C3%A7aise%20de%20Radiologie%20lance%20un%20appel.pdf>. Page consultée le 09/01/2017.
- [7] Chabriaïs J, Aubry F, Balleyguier C, Todd-Pokropek A, Menu Y. Vers l'intégration du dossier d'imagerie au dossier patient informatisé : PACS et réseaux d'images. *Rev Pneumol clin* 2000, 56(2) : 140-155.
- [8] Decouvelaere M, Vallens D. Pacs, réseau d'images et management des images médicales. *J Radiol* 2002 ; 83 :971-977.
- [9] Keïta R. Etude de la mise au rebut des films radiographiques dans le service de radiologie et de médecine nucléaire de l'HPG, de janvier 2003 à Décembre 2004. Thèse de médecine. Université de Bamako Mali 2006.
- [10] Diallo Ladji. Analyse du rejet des films radiologiques dans le centre médical CELY de Bamako avant la mise en œuvre de la numérisation de la radiologie conventionnelle. Thèse de médecine. Université de Bamako Mali 2011.
- [11] Solacroup, Boyer, LeMarec, Schouman Claeys. Bases physiques des rayons X. CERF 2011. P.7
- [12] Zhao Bing C, Soumaré A. Etude de la mise au rebut de clichés radiographiques à l'hôpital national de Kati. *Med Afr Noire*: 1999, 46 (10)