

# Spectrométrie en conditions cliniques de faisceaux de rayons X de basse énergie utilisés en mammographie numérique

S. Ribes (1), M. Saïssac (2), R. Bazer-Bachi (3), C. Magenc (3), et O. Caselles (1,4)

(1) SIMAD, LU 50, Université Paul Sabatier, Toulouse, email : sophie.ribes@magellium.fr

(2) CQFDose, email : cqfdose@orange.fr

(3) IRAP, UMR 5277, Université Paul Sabatier, Toulouse

(4) CLCC Institut Claudius Regaud, Toulouse, email : Caselles.Olivier@claudiusregaud.fr

## 1. Introduction générale

Le cancer du sein est le cancer féminin le plus fréquent à l'échelle internationale mais également à l'échelle de notre pays puisqu'on recense environ 50 000 nouveaux cas par an. Ce cancer reste toujours la première cause de mortalité par cancer chez la femme avec plus de 11 500 décès en 2011. Les études épidémiologiques ont démontré qu'un dépistage précoce permettait une réduction considérable de la mortalité associée à la maladie. Face aux données statistiques et à ces constatations épidémiologiques, un programme national organisé de dépistage de masse du cancer du sein a été étendu en 2004 à l'ensemble de notre territoire. Ce programme concerne les femmes âgées de 50 à 74 ans qui sont invitées à se faire dépister tous les deux ans. L'utilisation répétée des rayonnements ionisants sur des personnes asymptomatiques soulève directement les problématiques de risques de cancers radio-induits et de balance bénéfique/risque associées à un programme de dépistage de masse. Il a notamment été montré que les risques de cancers radio-induits associés au programme de dépistage en place au Royaume-Uni étaient certes faibles mais significatifs <sup>[1]</sup>. Au regard de ce risque et en accord avec le principe de radioprotection ALARA, l'objectif constamment recherché dans le cadre de ces programmes est l'obtention d'une image la plus informative possible à moindre dose absorbée pour la patiente, et il est donc indispensable que l'examen se déroule sur un équipement calibré et régulièrement contrôlé. Dans cette optique et d'un point de vue législatif, un contrôle de qualité obligatoire de toutes les installations de mammographie numérique a été instauré en 2006, puis a été renforcé en 2010 <sup>[2]</sup>.

La meilleure caractérisation possible d'un faisceau est obtenue à partir de son spectre expérimental *i.e.* à partir de sa distribution énergétique. Le recueil d'un spectre expérimental sous conditions cliniques est une tâche délicate compte tenu de l'importance du débit de fluence particulaire ( $10^6$  à  $10^7$  photons.mm<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> à 66 cm <sup>[3]</sup>), de l'énergie relativement basse des photons à détecter et des problématiques liées à la nature même de la mesure dans une salle d'examen de mammographie. Ces mesures n'étant pas aisément accessibles, des modèles spectraux théoriques de référence ont été mis au point pour différentes valeurs de tension appliquées sur le tube à rayons X et pour différentes combinaisons anode/filtration. Ces modèles sont couramment utilisés pour réaliser des calculs et nous serviront de référence pour comparaison.

## 2. Travaux présentés et résultats

L'importance du débit de fluence particulaire incident au niveau du détecteur et la courte durée d'exposition outrepassent les capacités de mesure des spectromètres qui enregistrent alors un spectre au taux de comptage inexact et présentant des distorsions. Pour pallier ces difficultés et dans l'optique de pouvoir réaliser des mesures en conditions cliniques, nous avons mis en œuvre un détecteur semi-conducteur refroidi surmonté d'un collimateur sténopé de très faible diamètre. Ce dispositif nous permet de recueillir directement un spectre expérimental dans le faisceau primaire. L'utilisation d'un sténopé permet d'exposer seule une petite fraction de la surface de détection au flux incident mais soulève une problématique d'alignement puisqu'il est alors indispensable que l'ensemble collimateur-détecteur vise précisément le point focal du tube. La réponse ainsi enregistrée dans le cas d'un alignement optimal doit par la suite suivre un processus de correction de l'information spectrale qui tient compte à la fois du temps d'exposition, de la collimation et de l'efficacité intrinsèque du détecteur. Les spectres ainsi acquis et corrigés présentent une excellente adéquation avec les modélisations spectrales rencontrées dans la littérature, ce qui nous a permis de valider le processus correctif employé. Il est alors possible de déterminer à partir de cette information spectrométrique des indices de qualité du faisceau (tension de pointe et couche de demi-atténuation), un débit de fluence particulaire, et des grandeurs dosimétriques telles que le kerma dans l'air à la surface d'entrée, la dose à l'entrée ou encore la dose glandulaire moyenne.

## 3. Conclusions

Cette méthodologie de mesure respecte les conditions réglementaires de réalisation du contrôle de qualité des sénographes. Mais notre objectif à terme (dans le cadre du projet FANTOM) est de pouvoir recueillir de façon concomitante, soit lors d'une même exposition, des informations relatives à la qualité de l'image et des données spectrales permettant le calcul de la dose absorbée par le détecteur. Dans cette perspective, nous avons estimé à environ 7% la majoration de dose due à l'émission du rayonnement diffusé en provenance de l'objet-test dédié au contrôle de qualité image (le fantôme MTM100 dont l'usage est actuellement préconisé en France pour le contrôle des sénographes) placé au voisinage du détecteur. Ceci dans l'attente de l'élaboration, par NEXEYA Systems, d'un objet-test plus discriminant et plus en accord avec l'évaluation des performances d'imageurs des sénographes numériques et commandé dans le cadre de notre projet.

[1] D.R. Dance, C.L. Skinner, and G.A. Carlsson. Breast Dosimetry. *Applied Radiation and Isotopes*, 50(1) :185-203, 1999.

[2] Décision du 22 novembre 2010 modifiant la décision du 30 janvier 2006 fixant les modalités du contrôle qualité des installations de mammographie numérique. *JOR*, NOR : ETSM1020275S, 2010.

[3] L. Abbene, A. La Manna, F. Faucia, G. Gerardia, S. Stumbo, and G. Raso. X-ray spectroscopy and dosimetry with a portable CdTe device. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A*, 571(1-2) :373-377, 2007.