



## Article Original

## Évaluation Initiale de la Fraction d'Éjection du Ventricule Gauche par Ventriculographie Isotopique au Cours du Bilan Pré Thérapeutique en Oncologie

### Initial Assessment of Left Ventricular Ejection Fraction by Isotopic Ventriculography during Pre-Therapeutic Assessment in Oncology

Thierry Romuald Ki<sup>1</sup>, Mamoudou Salif Djigo<sup>2</sup>, Gora Thiaw<sup>2</sup>, Arsene Sanou<sup>3</sup>, Boucar Ndong<sup>4</sup>, Mamadou Mbodj<sup>2</sup>

## Affiliations

1. Service d'imagerie médicale du CHU Souro Sanou de Bobo Dioulasso et Institut supérieur des sciences de la santé, université Nazi BONI, Burkina Faso.
2. Laboratoire de Biophysique et de médecine nucléaire de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.
3. Service d'imagerie médicale du CHU Souro Sanou de Bobo Dioulasso, Burkina Faso
4. Service de médecine nucléaire du CHU Dalal Jam de Dakar et Laboratoire de Biophysique et de médecine nucléaire de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.

## Auteur correspondant

Thierry Romuald Ki

Email: [boleki1983@yahoo.fr](mailto:boleki1983@yahoo.fr)

Tel : + 226 57 06 08 53

**Mots clés :** FEVG planaire, caméra CZT, cardiotoxicité

**Key words:** planar LVEF, CZT camera, cardiotoxicity

## Article history

Submitted: 11 October 2024

Revisions requested: 6 November 2024

Accepted: 24 November 2024

Published: 27 November 2024

## RÉSUMÉ

**Introduction.** Du fait de la place croissante de la cardiologie nucléaire dans la pratique médicale en Afrique de l'Ouest Francophone, un accent doit être mis sur la réalisation pratique de la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) et son intérêt en oncologie. L'objectif de notre étude est de déterminer l'impact de la mesure de la FEVG à l'équilibre par ventriculographie isotopique sur caméra CZT avant le début d'un traitement anticancéreux potentiellement cardiotoxique. **Méthodologie.** il s'agissait d'une étude observationnelle, mono centrique prospective, en ouvert ayant inclus les patients adressés dans le service de Médecine Nucléaire du Centre Hospitalier Régional Universitaire de Montpellier (Hôpital Lapeyronie), dans la période du 15 Septembre au 15 Décembre 2019 pour mesure initiale de la FEVG à l'équilibre par ventriculographie isotopique avant traitement anticancéreux. **Résultats.** Nous avons colligé 58 patients dans notre étude. Le sex ratio était de 1,32 pour une moyenne d'âge de 57,75 ans ( $\pm 0,87$ ). Les principales pathologies cancéreuses étaient les hémopathies malignes (36%) et les néoplasies mammaires (25,86%). La FEVG a été évaluée avant mise sous anthracyclines (39,65%), allo et auto greffes (24,13%). L'activité moyenne injectée lors de l'acquisition était de 719 MBq ( $\pm 11$ ) d'où une dose efficace moyenne corps entier estimée à 5,91 mSv ( $\pm 0,08$ ). La valeur moyenne de la FEVG à l'équilibre était de 56,12 %. Douze patients (20,7%) ont présenté une FEVG à l'équilibre inférieure à 55 %. Tous les patients ayant présenté une FEVG planaire à l'équilibre, inférieure à 55 % ont bénéficié d'une réestimation tomographique. La valeur moyenne de la FEVG tomographique à l'équilibre était de 58,25 %. **Conclusion.** L'évaluation isotopique de la FEVG à l'équilibre est une méthode simple présentant une excellente reproductibilité intra observateur, inter observateur et inter étude. L'usage de caméras CZT s'accompagne d'une diminution de la dose de radiopharmaceutiques à administrer. La tomographie isotopique permet de s'affranchir des limites de l'évaluation planaire.

## ABSTRACT

**Introduction.** Given the increasing importance of nuclear cardiology in medical practice in French-speaking West Africa, emphasis should be placed on the practical performance of left ventricular ejection fraction (LVEF) and its value in oncology. The aim of our study was to determine the impact of measuring LVEF at equilibrium by isotopic ventriculography on a CZT camera before starting potentially cardiotoxic anticancer treatment. **Methodology.** This was an observational, single-centre, prospective, open-label study that included patients referred to the Nuclear Medicine Department of the Centre Hospitalier Régional Universitaire de Montpellier (Hôpital Lapeyronie) between 15 September and 15 December 2019 for initial measurement of steady-state LVEF by isotopic ventriculography prior to anticancer treatment. **Results.** We enrolled 58 patients in our study. The sex ratio was 1.32 for a mean age of 57.75 years ( $\pm 0.87$ ). The main cancer pathologies were haematological malignancies (36%) and breast neoplasia (25.86%). LVEF was assessed before anthracyclines (39.65%), allo and auto transplants (24.13%). The mean activity injected during acquisition was 719 MBq ( $\pm 11$ ), giving an estimated mean whole-body effective dose of 5.91 mSv ( $\pm 0.08$ ). The mean steady-state LVEF was 56.12%. Twelve patients (20.7%) had a steady-state LVEF of less than 55%. All patients with a planar steady-state LVEF of less than 55% underwent tomographic re-estimation. The mean tomographic LVEF at steady state was 58.25%. **Conclusion.** Isotopic assessment of steady-state LVEF is a simple method with excellent intra-observer, inter-observer and inter-study reproducibility. The use of CZT cameras is accompanied by a reduction in the dose of radiopharmaceuticals to be administered. Isotope tomography overcomes the limitations of planar assessment.

**POUR LES LECTEURS PRESSÉS****Ce qui est connu du sujet**

Du fait de la place croissante de la cardiologie nucléaire dans la pratique médicale en Afrique de l'Ouest Francophone, un accent doit être mis sur la réalisation pratique de la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) et son intérêt en oncologie.

**La question abordée dans cette étude**

Impact de la mesure de la FEVG à l'équilibre par ventriculographie isotopique sur caméra CZT avant le début d'un traitement anticancéreux potentiellement cardiotoxique.

**Ce que cette étude apporte de nouveau**

1. Le sex ratio était de 1,32 pour une moyenne d'âge de 57,75 ans ( $\pm 0,87$ ).
2. Les principales pathologies cancéreuses étaient les hémopathies malignes (36%) et les néoplasies mammaires (25,86%).
3. La FEVG a été évaluée avant mise sous anthracyclines (39,65%), allo et auto greffes (24,13%).
4. L'activité moyenne injectée lors de l'acquisition était de 719 MBq ( $\pm 11$ ) d'où une dose efficace moyenne corps entier estimée à 5,91 mSv ( $\pm 0,08$ ). La valeur moyenne de la FEVG à l'équilibre était de 56,12 %. Douze patients (20,7%) ont présenté une FEVG à l'équilibre inférieure à 55 %.
5. Tous les patients ayant présenté une FEVG planaire à l'équilibre, inférieure à 55 % ont bénéficié d'une réestimation tomographique. La valeur moyenne de la FEVG tomographique à l'équilibre était de 58,25 %.

**Les implications pour la pratique, les politiques ou les recherches futures.**

D'autres études sont nécessaires pour évaluer l'apport de la ventriculographie isotopique dans le suivi des patients sous traitement cardiotoxique.

**INTRODUCTION**

Depuis bientôt 50 ans, les méthodes isotopiques sont utilisées pour évaluer la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) à l'équilibre. Cette technique est même devenue l'étalon or pour le suivi périodique des patients sous traitement anticancéreux, surclassant ainsi l'échocardiographie [1]. Depuis une vingtaine d'années une dizaine de gamma caméras ont été installées en Afrique de l'Ouest francophone grâce à la coopération technique de l'AIEA (Agence Internationale à l'Energie Atomique). Du fait de la place croissante de la cardiologie nucléaire dans la pratique médicale, un séminaire sur ledit sujet fut organisé du 08 au 12 octobre 2018 à Dakar au Sénégal. Durant ce séminaire un accent fut mis sur la réalisation pratique de la FEVG et son intérêt en oncologie. Dans le but de démontrer l'utilité et la simplicité de la faisabilité de la ventriculographie isotopique, nous avons décidé de rapporter les résultats de mesure inaugurale de la FEVG chez des patients candidats à un traitement anti cancéreux potentiellement cardiotoxique.

**PATIENTS ET MÉTHODES****Population étudiée**

Cinquante-huit patients adressés dans le service de Médecine Nucléaire du Centre Hospitalier Régional Universitaire (CHRU) de Montpellier (Hôpital

Lapeyronie), dans la période du 15 Septembre au 15 Décembre 2019 pour mesure initiale (première FEVG) de la FEVG à l'équilibre par ventriculographie isotopique avant traitement anticancéreux ont été inclus dans cette étude.

**Le radiopharmaceutique**

Le pyrophosphate stanneux et le Tc-99m sont injectés dans des voies veineuses différentes. Il faut éviter d'injecter le pyrophosphate dans une voie veineuse reliée à une perfusion [2]. La posologie de pyrophosphate est de 10 à 20  $\mu\text{g/Kg}$  de poids corporel chez l'adulte soit un total de 2 à 3 mg.

**La caméra CZT**

Notre étude a été réalisée sur caméra Discovery NM 530c (DNM 530c, General Electric Healthcare, Milwaukee, Wisconsin). La DNM 530c utilise 19 détecteurs à semi-conducteurs CZT [3]. L'acquisition était stationnaire en trois dimensions, sur 180°. La synchronisation à l'ECG en cours d'acquisition permet une acquisition stationnaire en quatre dimensions (volume d'acquisition tridimensionnelle + information de la synchronisation cardiaque). Contrairement aux caméras d'Anger, les caméras à semi-conducteurs vont utiliser un mode de détection directe. L'interaction du rayonnement gamma avec le milieu semi-conducteur va entraîner la création de paires « électron-trou », dont le nombre sera directement proportionnel à l'énergie déposée par le rayonnement gamma incident (figure 1). Sous l'action d'un champ électrique appliqué aux bornes du semi-conducteur, les électrons vont migrer vers l'anode et les trous vers la cathode. Le signal enregistré sur les électrodes sera donc également proportionnel à l'énergie du rayonnement incident. Le matériau semi-conducteur utilisé dans les applications médicales pour cette nouvelle génération de gamma-caméras est le tellurure de cadmium-zinc (CZT) [4].

**Réalisation des acquisitions**

## ❖ Schéma général

Les examens de ventriculographie isotopique ont été réalisés de manière conventionnelle avec un marquage in vivo des hématies (réalisé par injection de 1 mg de Pyrophosphate stannique) suivie 20 minutes plus tard par l'injection de Pertéchnétate.

## ❖ Enregistrement des acquisitions

Les acquisitions ont été réalisées en plaçant le patient en décubitus dorsal avec une incidence du détecteur en oblique antérieur gauche et une matrice de 64x64 pixels (2-3 mm/pixel). Le détecteur est centré sur le pic 140 keV  $\pm 10\%$ . L'acquisition dure 5 minutes. Le calcul de la FEVG nécessite de déterminer le volume de sang présent dans le ventricule gauche en télésystole et en télédiastole. C'est pourquoi l'enregistrement des images a été synchronisé au signal de l'ECG. Les ondes R servent de référence pour le début du cycle cardiaque. L'ensemble des photons gammas enregistrés est ensuite réparti dans les différentes phases afin d'obtenir 16 images. Le contrôle qualité en fin d'acquisition se fait en visualisant l'histogramme R-R, en vérifiant le centrage du VG et en

s'assurant que le nombre de cycles rejetés soit inférieur à 10%.

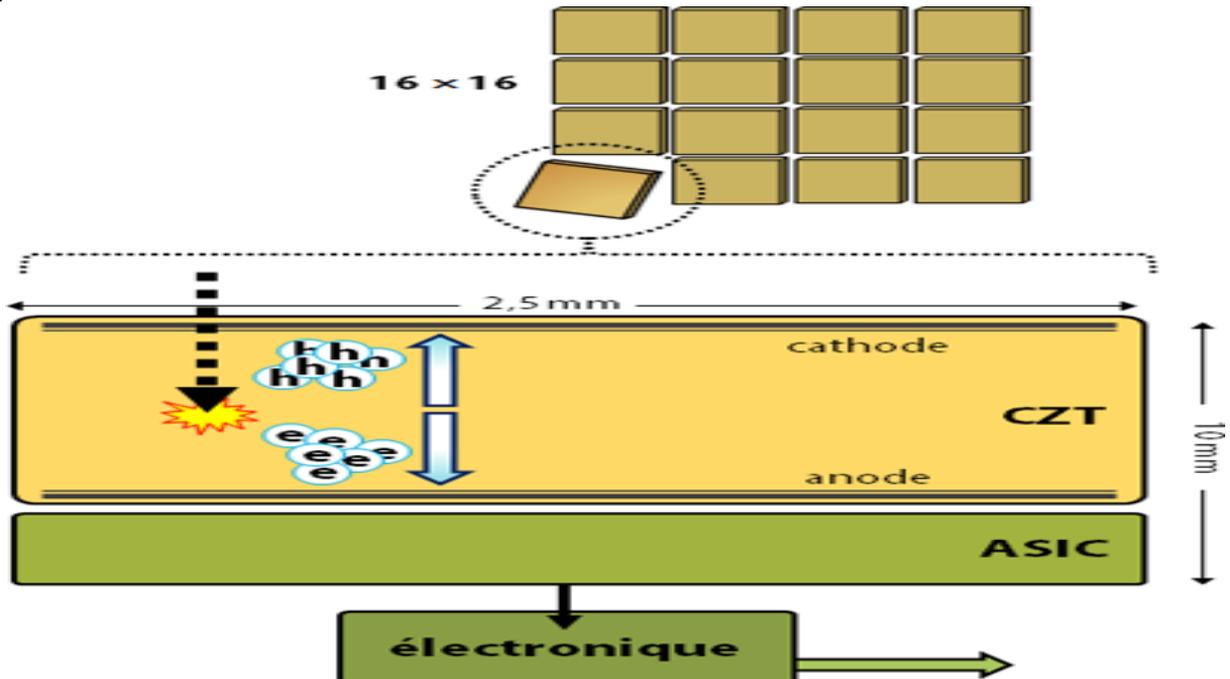


Figure 1. Schéma de principe d'un détecteur élémentaire de caméra à CZT

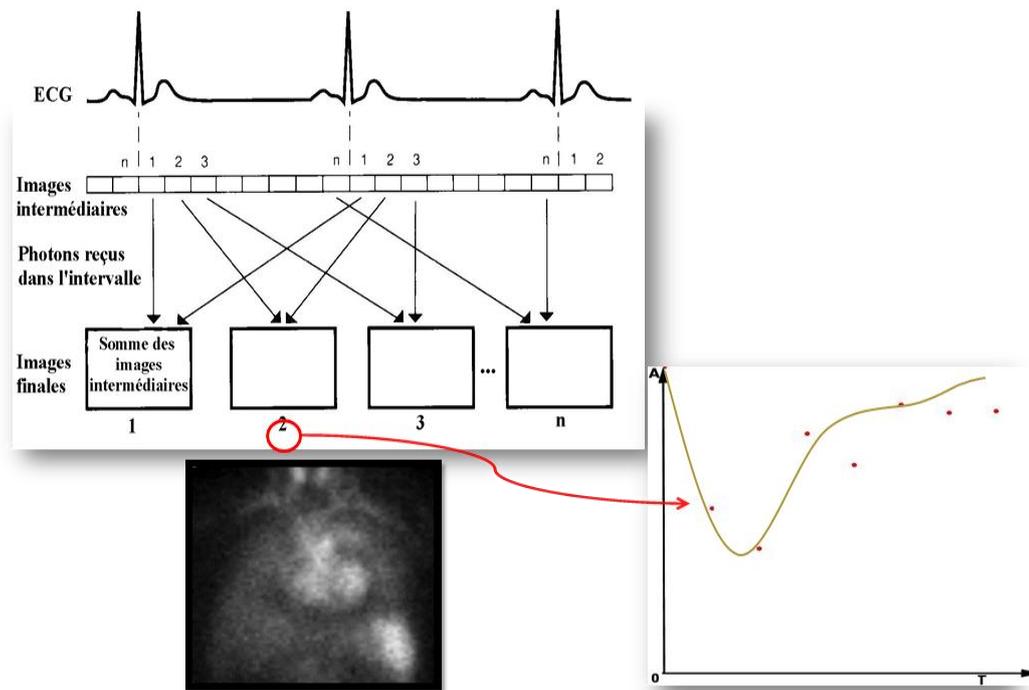


Figure 2. Synchronisation des images à l'ECG

**Traitement des images**

Il se fait sur une station de traitement dénommée par un logiciel de reconstruction propriétaire.

**Traitement des données en mode planaire**

En ventriculographie planaire sont utilisés des algorithmes basés sur la mesure d'activité (ou « count-based »). Les contours du VG (ventricule gauche) sont

délimités automatiquement par utilisation d'un seuil d'activité. Toujours automatiquement, les VTS (volume télésystolique) et VTD (volume télédiastolique) sont déduits à partir de l'activité mesurée dans la cavité au cours du cycle et de la courbe activité-temps qui en découle. Le bruit de fond n'étant pas nul, il sera pris en compte lors de ce calcul.

**Traitement des données en mode tomographique**

Lorsque la FEVG retrouvée en extraction planaire est inférieure à la normale ; nous avons réalisé un traitement 3 D par l'application dénommée TomPool\*.

Les principales étapes du traitement consistent en la : définition des plans du septum, des valves et de l'infundibulum pulmonaire.

**segmentation automatique des cavités cardiaques**

TomPool\* permet aussi d'estimer les paramètres fonctionnels locaux et segmentaires. Les courbes de vidange locale sont ainsi modélisées sur ces éléments de volumes élémentaires. Les paramètres fonctionnels calculés sont présentés à la fois sur un rendu volumique, sous forme d'histogramme et sur une vue polaire permettant une analyse affinée en termes de zone d'hypokinésie ou de dyskinésie.

**Analyse statistique**

Les données recueillies ont été décrites par la moyenne et l'écart type pour les variables quantitatives et par l'effectif et le pourcentage pour les variables qualitatives. La dose

efficace corps entier reçue par les patients a été estimée en retenant la dose efficace décrite dans la littérature de 7,0 µSv/MBq chez l'adulte.

**RÉSULTATS**

**Caractères généraux**

Cinquante-huit patients ont été inclus dans l'étude entre le 15 Septembre et le 15 Décembre 2019. Parmi eux, 25 étaient de sexe féminin. La moyenne d'âge était de 57,75 ± 0,87 ans (extrêmes : 33 et 77 ans). L'indice de masse corporelle (IMC) moyen était de 24,91 ± 0,12 (extrêmes : 17,58 ; 33,3) kg/m² avec 18,9 % de patients obèses.

**Paramètres cliniques**

36 % des patients étaient suivis pour une hémopathie maligne. Les néoplasies mammaires représentaient 25,86% des patients. 8 patients étaient adressés pour surveillance pré chimiothérapie dans un contexte de cardiopathie connue et suivie sur cancer.

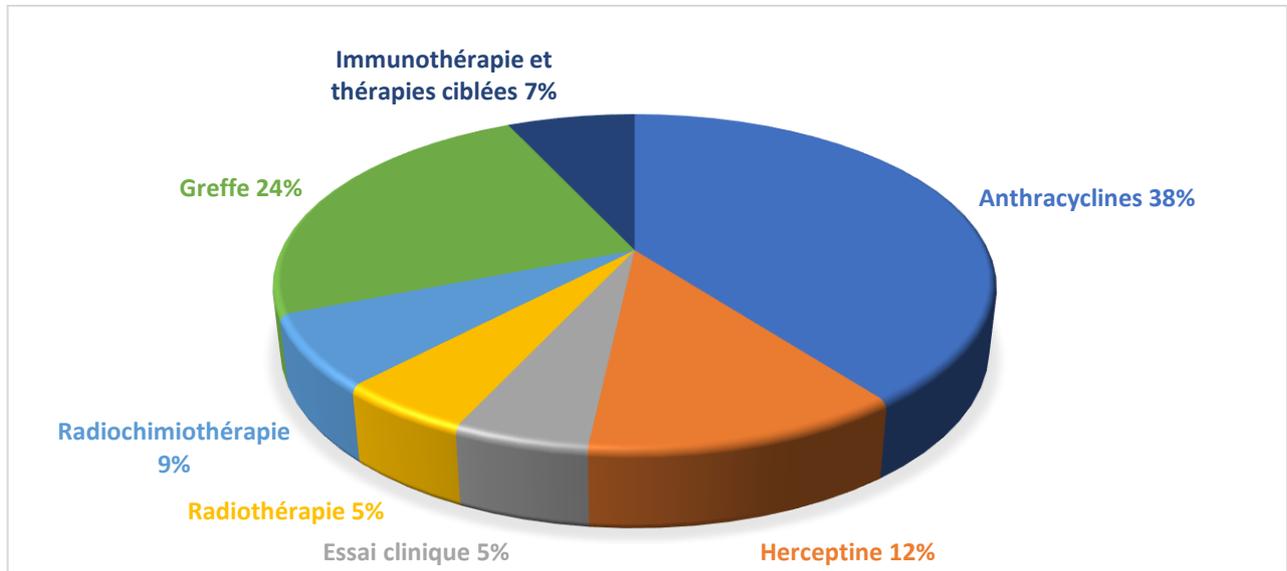


Figure 2. Répartition des patients selon l'indication thérapeutique

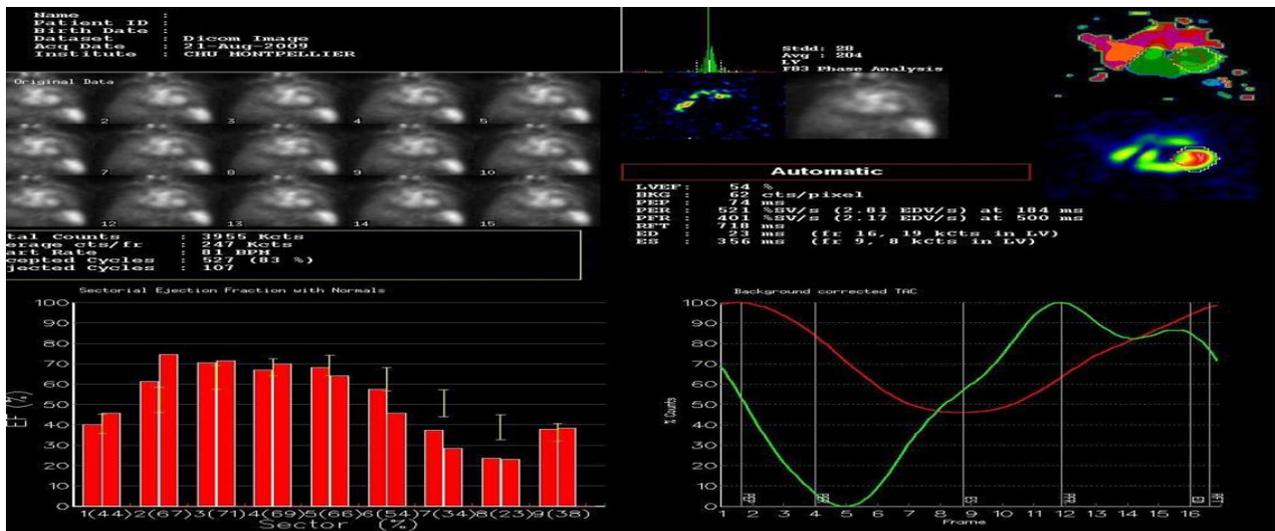


Figure 4. Présentation d'un exemple de résultat de FEVG planaire

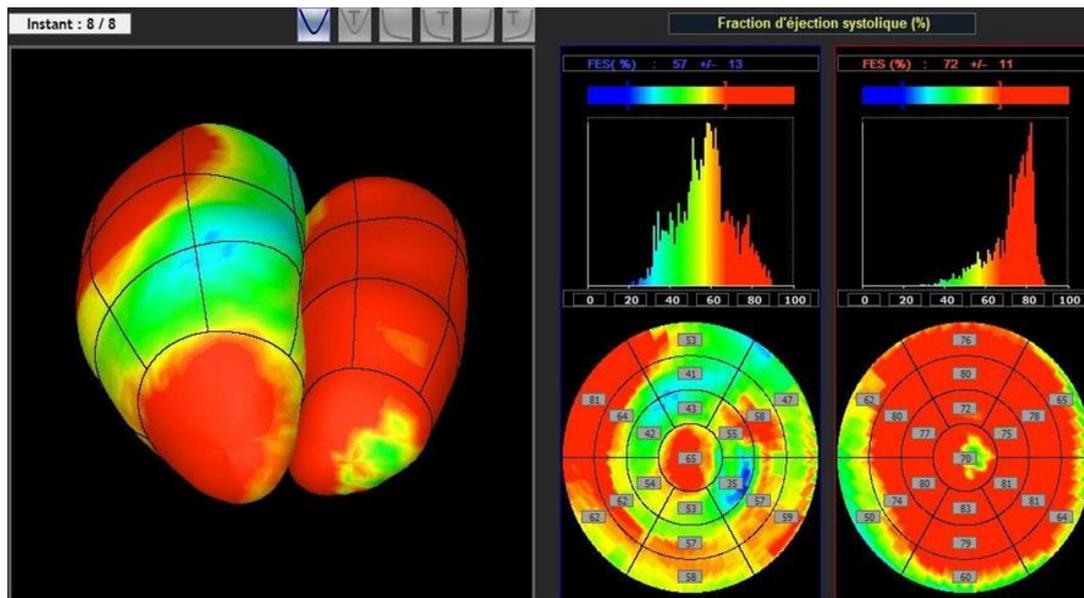


Figure 5. Résultats de cinétique locale et segmentaire en mode tomographique (logiciel Toompool\*)

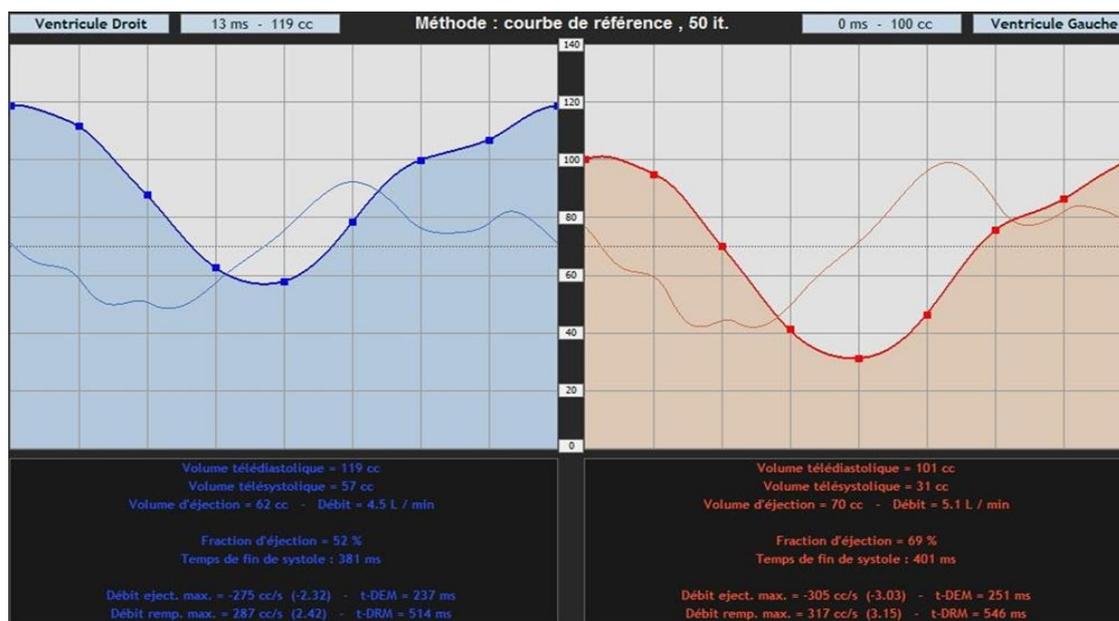


Figure 6. Présentation d'un exemple de résultat de FEVG tomographique

### Indications thérapeutiques

39,65% de nos patients étaient adressés pour bilan avant traitement par anthracyclines. Les allo et auto greffes venaient en deuxième position avec 24,13%. La figure 3 représente la répartition des patients selon l'indication thérapeutique.

### Caractéristiques et qualité des acquisitions

L'activité moyenne injectée, évaluée en fonction de l'activité de la seringue avant injection, était de 719 MBq ± 11, ce qui représentait une dose efficace moyenne corps entier estimée de 5,91 mSv ± 0,08. Le nombre moyen de coups détectés dans l'ensemble du champ d'acquisition

était de 1,750 kilocoups par minute et par MBq injecté (kilocoups. min<sup>-1</sup>. MBq<sup>-1</sup>) pour une durée d'acquisition moyenne de 311 secondes ±17. 3,6 % des cycles cardiaques furent rejetés.

### Valeur de la FEVG en mode planaire

La valeur moyenne de FEVG à l'équilibre était de 56,12 % avec des valeurs extrêmes de 22 et 75%. 12 patients (20,7%) ont présenté une FEVG à l'équilibre inférieure à 55 %. Ces douze patients étaient ainsi inéligibles à un traitement potentiellement cardiotoxique. Parmi les 12 patients ayant une FEVG planaire à l'équilibre inférieure à 55%, 5 patients avaient un antécédent de cardiopathie connue et suivie.

### Valeur de la FEVG en mode tomographique

Tous les patients ayant présenté une FEVG planaire à l'équilibre, inférieure à 55 % ont bénéficié d'une réestimation tomographique. La valeur moyenne de FEVG tomographique à l'équilibre était de 58,25 % avec des valeurs extrêmes de 31 et 78 %. Sur les douze patients traités seuls 3 présentaient toujours une valeur de la FEVG inférieure à la normale après traitement des images en mode tomographique.

### Variabilité FEVG planaire et tomographique

Les valeurs retrouvées en tomographie sont plus élevées que celles mesurées en mode planaire. La différence moyenne de FEVG entre les acquisitions tomographiques et planaires était de 9,58 %. 5 patients ont présenté des anomalies lors de l'analyse des paramètres ventriculaires cinétiques et segmentaires.

Deux patients présentant des FEVG tomographiques à l'équilibre très altérés présentaient également des anomalies cinétiques et segmentaires.

### DISCUSSION

Les deux principales pathologies retrouvées dans notre étude furent le lymphome (27,58%) et le cancer du sein (25,86%). Les lymphomes sont des tumeurs de plus en plus fréquentes, se situant au 8ème rang des cancers dans l'Union Européenne. Entre 1978 et 2000, une augmentation de l'incidence des lymphomes a été observée en France pour les deux sexes. Le taux annuel moyen étant de 3,8 % chez l'homme et 3,5 % chez la femme. Depuis 2005, cette incidence est stable. [5]

On distingue deux types de lymphomes :

- Le lymphome (ou maladie) de Hodgkin.
- Les lymphomes non hodgkiniens.

Les variétés de lymphomes les plus retrouvés en Afrique englobent le lymphome de Burkitt (LB) chez l'enfant et la maladie lymphomateuse associée à l'infection à VIH. En pédiatrie, le LB est classiquement une tumeur des maxillaires. Son incidence est élevée : 5 à 10 cas/100 000 habitants au cours des 15 premières années de la vie. La distribution géographique en Afrique Noire coïncide avec l'endémie palustre (à l'ouest : 10° latitude nord, 15° latitude sud, et à l'est : 5° latitude nord, 20° latitude sud), avec des facteurs climatiques bien définis : température > 16°C, altitude < 1500 m, pluviométrie annuelle supérieure à 50 cm. Une incidence identique au LB endémique a été retrouvée en Papouasie Nouvelle-Guinée. A Madagascar, le LB existe dans les régions d'endémie palustre. Les études sérologiques des cas africains ont montré la coexistence d'une infection antérieure par l'EBV (Epstein Bar Virus). Le génome EBV est retrouvé à l'état clonal dans la cellule tumorale dans 98% des cas de LB endémique [6]. Dans toutes ces situations, la chimiothérapie incluant notamment les anthracyclines a contribué à améliorer le pronostic du lymphome. Une étude a été menée par Diawara et al. au Mali afin d'évaluer l'efficacité de la chimiothérapie dans le lymphome de Burkitt. Plusieurs toxicités (hématologiques, digestives, neurologiques) ont été évaluées. La toxicité cardiaque bien qu'évoquée par cette étude n'a pu être évaluée faute de disponibilité de moyens isotopiques et d'échocardiographie [7]. Quant au cancer

du sein, il est le cancer le plus fréquent chez les femmes dans le monde. Il représente 16% de l'ensemble des cancers féminins. Une majorité (69%) de l'ensemble des décès par cancer du sein surviennent dans les pays en développement [8]. Quatre patientes sur 15 avaient des antécédents familiaux de cancer du sein. Ceci nous rappelle que 5 à 10 % des cancers du sein apparaissent dans un contexte familial. Dans la majorité des cas, ces cancers surviennent avant l'âge où est instauré un dépistage systématique dans la population générale (entre 50 et 74 ans). En effet, dans la tranche d'âge 25-40 ans, l'influence de l'hérédité dépasse un tiers des cas. La consultation d'oncogénétique et de dépistage précoce des cancers permet de reconnaître un contexte de prédisposition familiale et de mettre en place une stratégie de surveillance ciblée sur cette population de sujets très jeunes [9]. Notre étude a été menée sur caméra CZT. L'avènement des caméras à semi-conducteurs représente l'évolution technologique majeure de ces dernières années dans le monde de la cardiologie isotopique. L'optimisation des protocoles de routine en perfusion myocardique et en tomographie cavitaire permet d'accroître le confort des patients et de réduire les doses reçues tout en satisfaisant aux exigences de rentabilité [4]. Comparativement aux résultats obtenus par Tissot en 2016 sur caméra Anger, l'usage de la CZT dans notre étude a démontré un triple gain : un gain en temps, un gain en qualité des images et un gain dosimétrique. Le gain en dose injectée rend la caméra CZT particulièrement compatible avec la surveillance des chimiothérapies. En effet l'exposition n'étant pas nulle, l'effet dose cumulée sur le tissu cardiaque reste potentiellement nuisible lorsque l'examen doit être répété (en moyenne tous les 3 mois sous traitement cardiotoxique) [4]. Aussi, le gain en temps confère une rentabilité efficiente de la CZT par rapport à la caméra Anger. Par ailleurs plusieurs études ont démontré que la variabilité intra et inter-observateur de ces mesures est meilleure que celle obtenue sur gamma-caméra d'Anger [10]. Dans notre contexte subsaharien marqué par l'absence de caméras CZT, un consensus pourrait être trouvé entre les équipes locales d'oncologie et de médecine nucléaire quant à la périodicité du suivi des patients sous traitement cardiotoxique. A cet effet, des études pourraient être réalisées dans ce sens. Aussi, 79,31% de nos patients présentaient une FEVG planaire à l'équilibre normale. Tissot retrouve en 2016, 84% de FEVG normale sur caméra Anger [10]. Nous avons appliqué le logiciel TomPool\* aux FEVG inférieures à 55%. Sur les douze patients retraités en tomographie, seuls 3 (25%) avaient des FEVG tomographiques inférieures à 55%. Grace au traitement tomographique le nombre de patients inéligible à un traitement cardiotoxique est passé de 12 à 3. Par ailleurs, il existe une différence moyenne entre FEVG planaire et FEVG tomographique de l'ordre de 9,58 %. Cette différence est de 4,1 points sur caméra Anger [9]. En vérité, la FEVG planaire tient sa place d'étalon or dans le suivi des chimiothérapies cardiotoxiques plus à sa reproductibilité qu'à sa précision. En effet les résultats obtenus en FEVG planaire sont sous-estimés, surtout en cas de troubles du rythme. La ventriculographie

isotopique utilise le fit mono harmonique. Un fit mono-harmonique est une interpolation des échantillons temporels d'une CTA (courbe Temps Activité) ventriculaire au moyen de la somme d'une fonction constante et d'une fonction cosinus. L'amplitude de cette dernière code pour l'intensité de la composante variable de la CTA, donc pour estimation de la fraction d'éjection dans la région d'où la CTA est extraite. La phase de la fonction cosinus représente simplement l'instant de survenue du temps de fin de systole. Le fit mono-harmonique est connu pour induire un biais et sous-estimer les mesures de fraction d'éjection. Il est par ailleurs mal adapté à la description d'un cycle cardiaque constitué d'une systole et d'une diastole de durées inégales et variables [11]. Le fit multiharmonique, plus flexible, est aussi moins robuste et plus sensible au bruit statistique [4]. Une alternative aux approximations harmoniques et à leurs limites consiste à définir un modèle idéal de CTA, sous la forme par exemple d'une courbe connue analytiquement  $P(t)$ , périodique, présentant une première période de décroissance rapide, puis une plage de croissance rapide suivie d'une dernière phase de croissance plus lente. C'est cette approche qui est employée dans TomPool\* [12]. Cette sous-estimation n'enlève en rien l'intérêt de la FEVG planaire. En effet, lorsque la FEVG planaire est normale, l'oncologue peut être rassuré quant à la faisabilité de son traitement. Aussi une baisse de la FEVG planaire sous traitement cardiotoxique invite l'oncologue à un remaniement thérapeutique. La FEVG tomographique n'est pas encore validée pour le suivi à cause de la variabilité des résultats obtenus entre logiciels. Cependant elle reste utile pour apporter une estimation plus exacte que la FEVG planaire. Derclé L et col en 2015 [13] a comparé deux logiciels, dont le logiciel TomPool\*, d'étude tomographique en ventriculographie isotopique. Concernant le logiciel TomPool\*, il a retrouvé une reproductibilité inter observateur satisfaisante pour la FEVG (94%). La reproductibilité inter logiciel était quant à elle moins bonne. Il recommande par ailleurs l'utilisation du même logiciel pour le suivi des patients. En d'autres termes deux logiciels différents d'évaluation tomographique ne devraient pas être utilisés pour un même patient pendant le suivi de son traitement. La reproductibilité des études tomographiques en ventriculographie isotopique constitue ainsi un nouveau champ d'exploration pour les équipes de recherche en médecine nucléaire [14].

## CONCLUSION

Il est important pour l'oncologue de traiter son patient avec le minimum d'effets secondaires. Cependant, malgré les progrès énormes enregistrés en oncologie, certains traitements anticancéreux restent cardiotoxiques. La mesure de la fraction d'éjection du ventricule gauche permet de détecter précocement de potentiels effets secondaires cardiaques. En cardiologie nucléaire, l'évaluation de la FEVG planaire à l'équilibre synchronisée à l'ECG se propose d'accompagner l'oncologue dans la prise en charge du patient. C'est ainsi que notre étude revoit la méthodologie de mesure de la FEVG planaire à l'équilibre sur caméra

CZT. Nous avons également souligné la solidité de la technique isotopique qui présente une excellente reproductibilité intra observateur, inter observateurs et inter études. Aussi, l'usage de caméras CZT permet une réduction importante de la dose administrée d'où son intérêt dosimétrique lorsque l'examen doit être répété dans le cadre de la surveillance sous traitement. Notre étude a également intégré la tomographie tridimensionnelle (logiciel Tompool\*) dans l'évaluation de la FEVG. Ainsi, au cours de notre étude, 58 patients ont bénéficié d'une ventriculographie isotopique en mode planaire. 12 d'entre eux furent reconnus inéligibles à un traitement potentiellement cardiotoxique car leur FEVG était inférieure à 55%. En retraitant ces douze patients avec le logiciel Tompool\*, le nombre de patients inéligibles à un traitement cardiotoxique est passé de 12 à 3. Ainsi l'utilisation d'un logiciel de traitement tomographique est un atout permettant de s'affranchir des limites inhérentes à la FEVG planaire à l'équilibre.

## Conflits d'intérêt

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt

## RÉFÉRENCES

1. Strauss HW, Zaret BL, Hurley PJ, Nataralan TK, Pitt B. A scintigraphic method for measuring left ventricular ejection fraction in man without cardiac catheterization. *Am J Cardiol* 1971 ; 28 : 575-580.
2. Société Française de Médecine Nucléaire. Guide pour la rédaction de protocoles pour la ventriculographie isotopique à l'équilibre. Version : 2.0. Dernière mise à jour : 24/10/2010. [www.cnp-mn.fr/wp-content/uploads/2022/09/Ventriculographie-isotopique-V2.0.pdf](http://www.cnp-mn.fr/wp-content/uploads/2022/09/Ventriculographie-isotopique-V2.0.pdf)
3. Wojtacki J, Lewicka-Nowak E, Leśniewski-Kmak K. Anthracycline-induced cardiotoxicity : clinical course, risk factors, pathogenesis, detection and prevention--review of the literature. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res* 2000 Apr ; 6(2) : 411-20.
4. Agostini, D., Marie, PY., Ben-Haim, S. et al. Performance of cardiac cadmium-zinc-telluride gamma camera imaging in coronary artery disease: a review from the cardiovascular committee of the European Association of Nuclear Medicine (EANM). *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2016 ; 43 : 2423-2432.
5. Gabellier, Ludovic. Comprendre les lymphomes. *L'Aide-Soignante* 2018 ; 32 : 12-14. DOI : 10.1016/j.aidsoi.2017.12.002.
6. Shannon-Lowe C, Rickinson A. The global landscape of EBV-associated tumors. *Oncol Front*. 2019 Aug 6 ; 9 : 713. DOI : 10.3389/fonc.2019.00713.
7. Diawara L. Traitement du lymphome de Burkitt selon le protocole LMB 01 modifié dans l'unité d'oncologie pédiatrique du CHU Gabriel Touré. Thèse de médecine ; Université de Bamako, Mali. Année 2010.
8. World Health Organization. *The Global Burden of Disease*, 2004. [Http://GBD\\_report\\_2004update\\_full.pdf\(who.int\)](http://GBD_report_2004update_full.pdf(who.int))
9. Tissot H. Mesure de la fraction d'éjection du ventricule gauche sur caméra à semi-conducteurs D-SPECT avec réduction de l'activité enregistrée : comparaison avec les résultats obtenus par ventriculographie isotopique planaire conventionnelle. Thèse de médecine ; Université de Lorraine, France. Année 2016.
10. Jensen MM, Schmidt U, Huang C, Zerahn B. Gated tomographic radionuclide angiography using

- cadmiumzinc-telluride detector gamma camera ; comparison to traditional gamma cameras. J Nucl Cardiol 2014 ; 21(2) : 384-96.
11. Hansen CL. Limitations of parametric modeling of the left ventricle using first harmonic analysis : possible role for gaussian modeling. J Nucl Cardiol 2014 ; 21(4) : 723-9.
  12. Mariano-Goulard D et al. Semi-automatic segmentation of gated blood pool emission tomographic images by watersheds:application to the determination of right and left ejection fractions. Eur J Nucl Med 1998 ; 25(9) : 1300-7.
  13. Dercle L et col. Dercle et al. Is Tompool accurate to diagnose right and left ventricular dysfunction in a clinical setting ? J Nucl Cardiol 2014 ; 21(5) : 1011-22.
  14. Sachpekidis C, Sachpekidis V, Moralidis E, Arsos G : Equilibrium radionuclide ventriculography : still a clinically useful method for the assessment of cardiac function ? Hellenic Journal of Nuclear Medicine. 2018 ; 21(3) : 213-220.