

## Introduction

La médecine nucléaire est utilisée à des fins d'études, de diagnostic et de traitement des pathologies affectant des organes ou des tissus. Les diagnostics tels que la scintigraphie cardiaque ont longtemps été au cœur des innovations afin de permettre une meilleure qualité des examens d'imagerie permettant d'observer la qualité de l'irrigation du cœur par les artères coronaires. La caméra d'Anger a laissé place à la Spectrum Dynamics (D-Spect) qui est une gamma caméra de nouvelle génération, sa conception innovante a de nombreux avantages.

**Quels sont les avantages et les innovations de la gamma caméra D-SPECT ?**

## 1. Principe de fonctionnement caméra d'Anger et D-SPECT

### ANGER (Conventionnelle)

- Détecteur à scintillation utilisant de l'iodure de sodium dopé au thallium (NaI [TI]) avec **conversion indirecte** : Principe de la luminescence
- Système **mobile** de détection composé de têtes effectuant une rotation autour du patient au cours de l'acquisition



Fig.1 : Photo d'une gamma caméra d'Anger

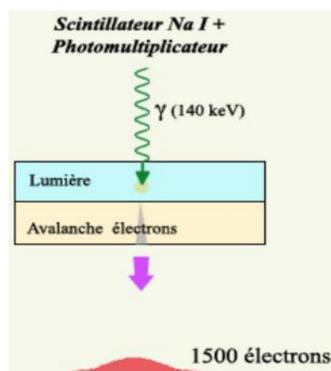


Fig.2 : Principe de conversion indirecte

### D-SPECT

- Détecteur à semi-conducteur avec **conversion directe** du photon gamma incident en paires « électron-trou » (signal électrique) proportionnel à son énergie « en parler dans les bulles d'en haut »
- Système **immobile** de détection mettant en jeu 9 colonnes détectrices constituées chacune de 1024 éléments CZT (Tellure de cadmium et zinc) pixellisés. Chaque colonne est motorisée et tourne autour de son axe central permettant d'explorer 120 projections.



Fig.3 : Photo d'une gamma caméra D-SPECT [3]

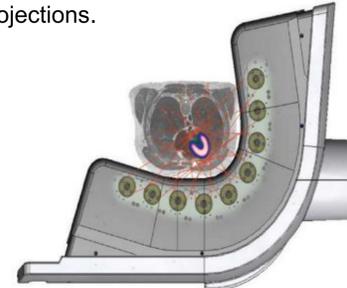


Fig.4 : Représentation schématique de l'emplacement des détecteurs de la D-SPECT [2]

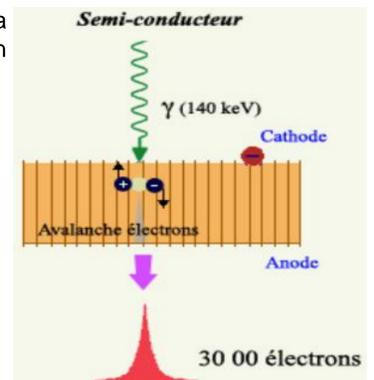


Fig.5 : Principe de conversion directe

## 2. Comparaison gamma caméra Conventionnelle (Anger) et D-SPECT

### ANGER (Conventionnelle)

#### 1. Détecteur à scintillation avec conversion indirecte

**Résolution spatiale moins bonne**  
Epaisseur élevée du matériau semi-conducteur qui entraîne une perte d'information spatiale par la conversion indirecte

**Sensibilité de détection faible due à la conversion indirecte**  
Produit environ 1500 paires « électron-trou » (signal électrique)

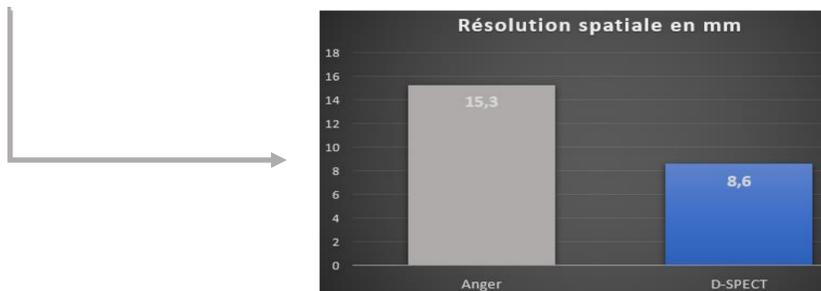


Fig.6 : Comparaison de la résolution spatiale caméra Anger et D-SPECT+ Mise en forme personnelle [4]

#### 2. Matériau utilisé : Iodure de sodium dopé au thallium (NaI [TI])

**Hygroscopique**  
Doit être maintenu à l'abri de l'humidité

**Restrictions de température**  
Impacte l'intensité de luminescence (augmente de 5% entre 0 et 40°C)

#### 3. Durant l'acquisition (examen) : Position du patient allongé avec risque de claustrophobie et mouvements du bras gauche (Fig.1)

#### 4. Contraste des images dégradées dues aux radiotraceurs pouvant se fixer sur d'autres organes que celui étudié : Création d'une activité de fond dans le corps du patient malgré un temps d'acquisition élevé (10 à 20 minutes)

Images de 15 minutes d'acquisition avec des résultats non interprétable

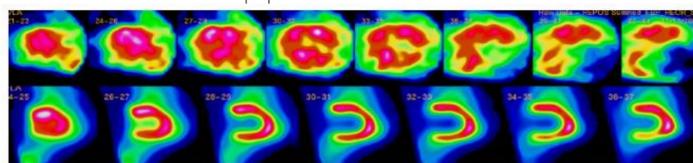


Fig.8 : Comparaison de résultats obtenus pour la gamma caméra d'Anger et D-SPECT sur une patiente de 135 kg pour 1,60 m [2]

### D-SPECT

#### 1. Détecteur à semi-conducteur avec conversion directe

**Amélioration de la résolution en énergie**  
5% versus 10% pour des photons gamma d'énergie 140 keV

**Amélioration de la résolution spatiale**  
Epaisseur importante du matériau semi-conducteur sans dégrader la résolution

**Amélioration de la sensibilité de détection**  
Production 20 fois plus élevée de paires « électron-trou »



Fig.7 : Comparaison de la sensibilité caméra Anger et D-SPECT+ Mise en forme personnelle [4]

#### 2. Matériau semi-conducteur utilisé : Tellure de cadmium-zinc (CZT)

Plus grande résistance

Meilleures caractéristiques de transport des électrons

Fonctionne à température ambiante

#### 3. Durant l'acquisition (examen) : Amélioration de la position du patient (semi-assise, le bras gauche reposant sur un détecteur OU allongé) (Fig. 3) pour éviter tout mouvement, interposition du bras gauche ou cas de claustrophobie

#### 4. Meilleure qualité d'image pour une acquisition comprise entre 3 et 8 minutes en présentant une diminution d'artefacts (phénomène perturbant les résultats) liés aux mouvements respiratoires du patient, grâce à la rapidité d'acquisition

Images de 5 minutes d'acquisition avec des résultats interprétable

## Conclusion

Cette nouvelle génération de *gamma* caméra a déjà fait ses preuves dans de nombreux hôpitaux et a permis de faire de multiples études qui ont mené à des résultats très concluants. Les essais ont démontré de nettes évolutions dans de nombreux paramètres tels que : La sensibilité de détection, les résolutions spatiale et énergétique mais aussi au niveau de l'architecture de l'appareil permettant ainsi de faciliter et rendre plus agréable les sessions d'examen. La diminution de la durée de l'examen est également un facteur important qui a été nettement amélioré. Le prochain objectif est de trouver un compromis entre la diminution de la durée de l'examen et la réduction de la dosimétrie.

## Bibliographie

- [1] F. Rouzet et al, Les nouvelles gamma caméras en cardiologie nucléaire : D-Spect, *Science direct*, 481-484, 23 juillet 2016
- [2] C. Merlin et al, La caméra à semi-conducteur D-Spect : aspects techniques et applications cliniques, *Science direct*, 172-177, 12 février 2017
- [3] Vladimir Kincl et al, Cadmium-zinc-telluride SPECT scanners – New perspectives in nuclear cardiology, *Science direct*, 214-218, 7 février 2015
- [4] Laetitia Imbert, Analyse et modélisation des performances d'un nouveau type de détecteur en médecine nucléaire : du détecteur Anger au détecteur Semi-conducteur, Thèse, 11 décembre 2012
- [5] Tanguy Blaïre, Tomoscintigraphie myocardique double-isotope sur gamma-caméra à semi-conducteur : aspects méthodologiques et applications cliniques, Thèse, 26 septembre 2017