



Université Mohamed Seddik Ben Yahia – Jijel
Faculté des Sciences Exactes et Informatique
Département Physique.



Physique Médicale

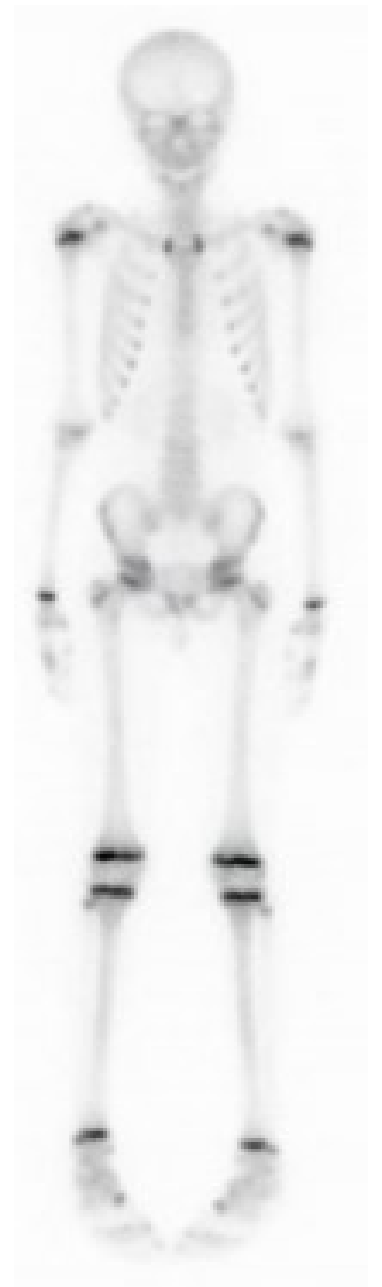
Master : Physique des Rayonnements
Semestre : S6
Enseignant : Dr. YAHIAOUI Mohamed Laid

La Médecine Nucléaire

La médecine nucléaire est une spécialité médicale qui utilise des substances radioactives, appelées radiopharmaceutiques, pour diagnostiquer et traiter diverses pathologies. Contrairement à l'imagerie classique, qui se concentre sur la structure des organes, la médecine nucléaire permet d'observer leur fonctionnement en temps réel à l'échelle cellulaire et moléculaire.



Pas d'image anatomique !



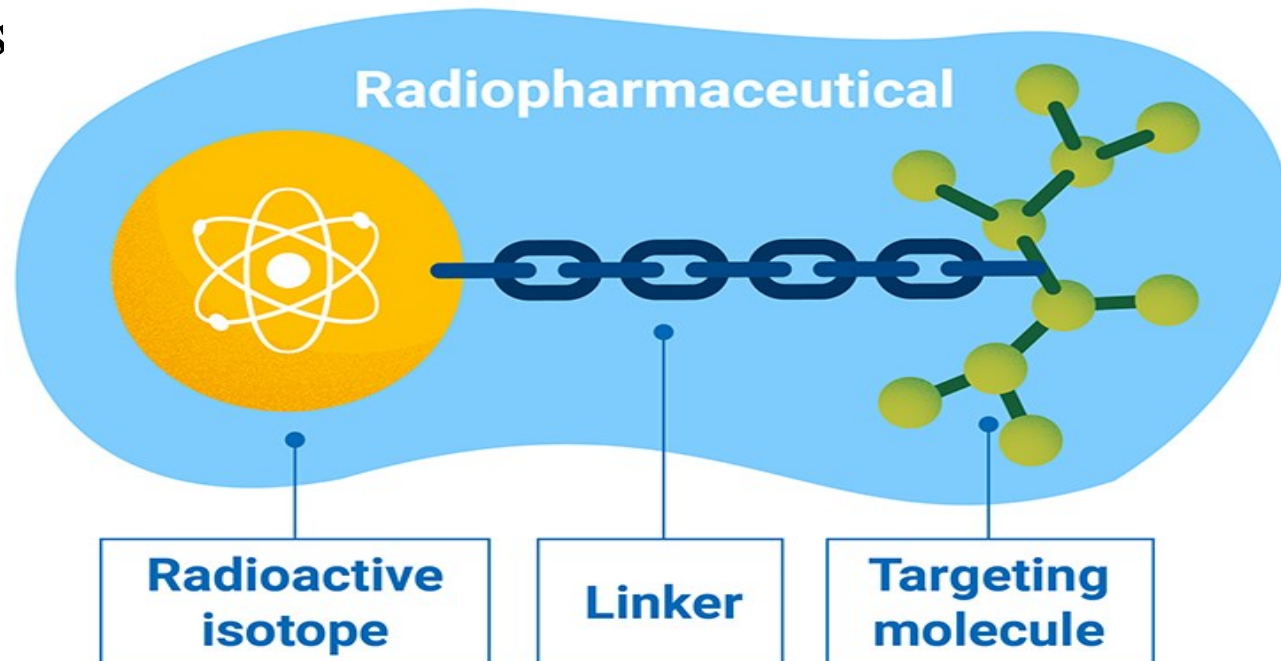
Scintigraphie

- Les images acquises en médecine nucléaire, en localisant un médicament radiopharmaceutique (MRP) préalablement administré au patient, sont le reflet de l'activité moléculaire, métabolique et fonctionnelle spécifique à l'organe étudié.
- La nature du radiopharmaceutique, qui a un statut de médicament, dépend de l'organe étudié.

Principes de la scintigraphie

Fabrication de radiopharmaceutiques

Les médicaments radioactifs ou radiopharmaceutiques sont composés d'un **élément radioactif** émettant des rayons gamma, d'une **molécule de ciblage** qui est différente selon les organes ou tissus visés



Principes de la scintigraphie

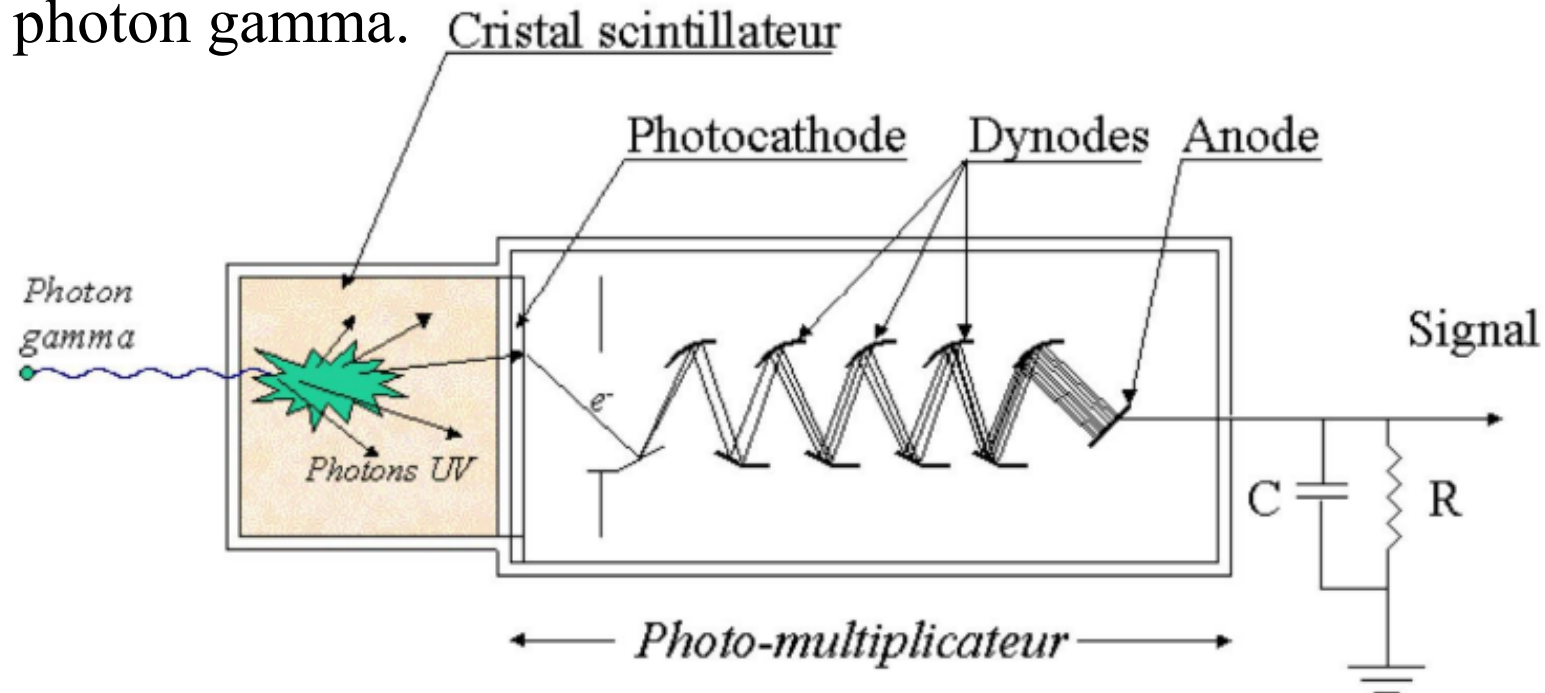
- **Technetium-99m (Tc-99m)** : L'isotope le plus utilisé en raison de sa courte demi-vie (6 heures), ce qui permet une faible exposition à la radiation. Il est utilisé dans une variété de tests, notamment pour étudier le cœur, les reins, la thyroïde, ou les os.
- **Iode-131 (I-131) et Iode-123 (I-123)** : Ces isotopes sont utilisés principalement pour l'imagerie de la glande thyroïde et pour traiter certaines maladies thyroïdiennes, comme l'hyperthyroïdie ou les cancers.
- **Fluor-18 (F-18)** : Utilisé dans la tomographie par émission de positrons (PET), particulièrement pour l'imagerie du métabolisme cellulaire dans des contextes oncologiques et neurologiques.

Principes de la scintigraphie



Principes de la scintigraphie

Une fois le radiopharmaceutique administré, l'isotope émet des photons gamma en se désintégrant. Ces photons sont captés par un dispositif appelé gamma-caméra, qui est l'outil principal de la scintigraphie. **La gamma-caméra** est constituée d'un détecteur sensible aux radiations, souvent un cristal de sodium iodure (NaI), qui émet de la lumière (photons visibles) lorsqu'il est frappé par un photon gamma.



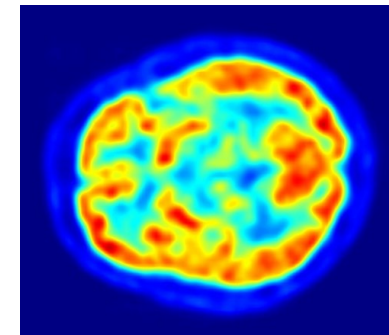
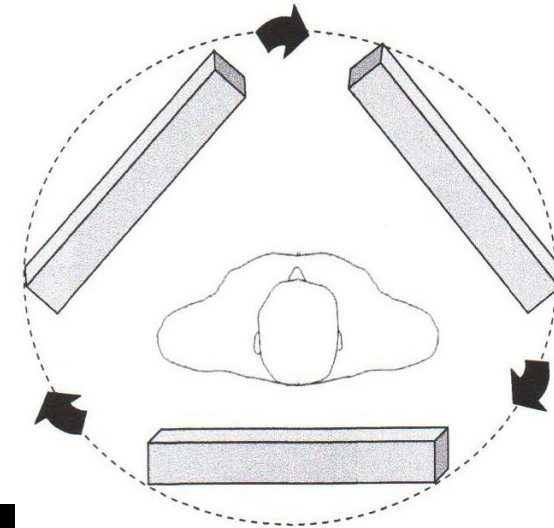
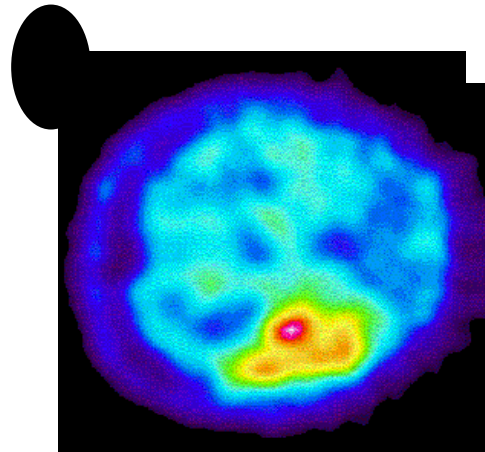
Principes de la scintigraphie

d.wilson^{AV}

The Gamma Camera

SPECT (TEMP) : Single Photon Emission Computed Tomography

- Permet d'obtenir des images 3D
 - Effectue des projection sur 360°
➔ **Sinogramme**
 - Reconstruction d'image ➔ image 3D



Principe de fonctionnement de la SPECT

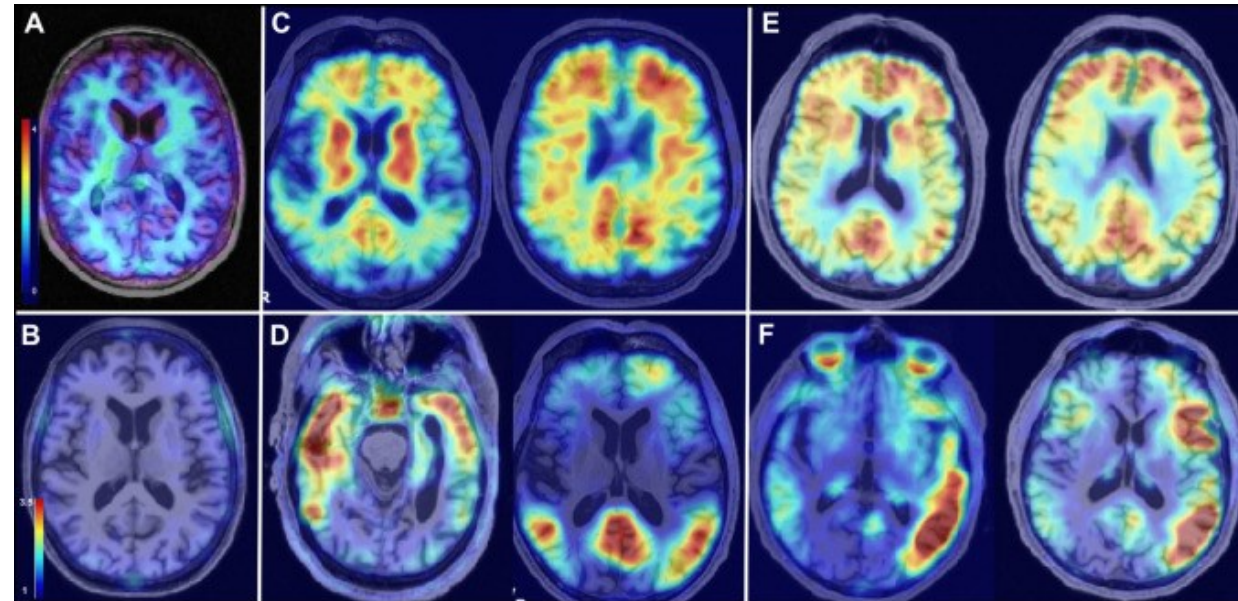
- La SPECT repose sur l'utilisation de radiopharmaceutiques marqués avec des isotopes radioactifs qui émettent des photons gamma. Une fois administré au patient, le radiopharmaceutique se fixe sur le tissu ou l'organe cible en fonction de ses propriétés biochimiques. Les photons gamma émis par la désintégration de l'isotope sont captés par un détecteur de la gamma-caméra.
- Cette caméra tourne autour du patient, capturant des images sous différents angles, et reconstitue des images 3D qui permettent de localiser et quantifier l'activité du radiopharmaceutique dans le corps.

SPECT

SPECT brain scan

PET : Tomographie par émission de positrons

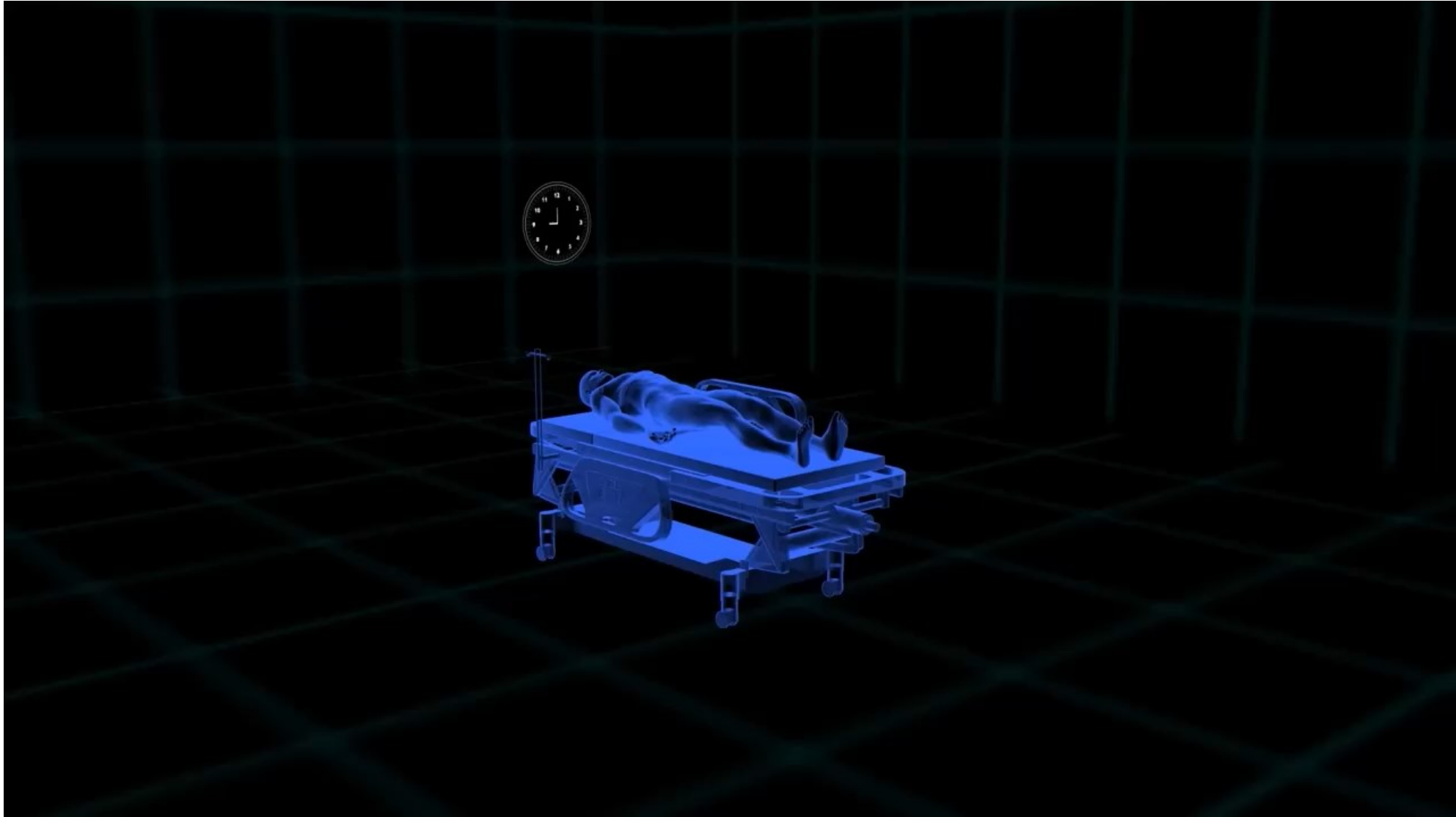
La PET est une technique d'imagerie médicale très avancée qui utilise des isotopes émetteurs de positrons (particules de charge positive) pour créer des images du corps humain. Lorsqu'un positron émis par un isotope rencontre un électron, les deux particules s'annihilent et produisent deux photons gamma qui sont détectés par des capteurs. Cette technique fournit des images extrêmement précises de la fonction métabolique des tissus.



Principe de fonctionnement du PET

Le PET utilise des radiopharmaceutiques marqués avec des isotopes émetteurs de positrons, tels que le fluor-18 (l'isotope le plus couramment utilisé). Le radiopharmaceutique est administré au patient, qui absorbe la substance dans les tissus en fonction de son métabolisme. Lorsque l'isotope se désintègre, il émet un positron qui rencontre un électron, produisant deux photons gamma qui sont détectés par des capteurs disposés autour du patient. Les données recueillies sont ensuite traitées pour produire des images en 3D montrant la distribution de l'isotope dans le corps et permettant ainsi de visualiser les processus biologiques en temps réel

Principe de fonctionnement du PET



➤ Avantages du PET

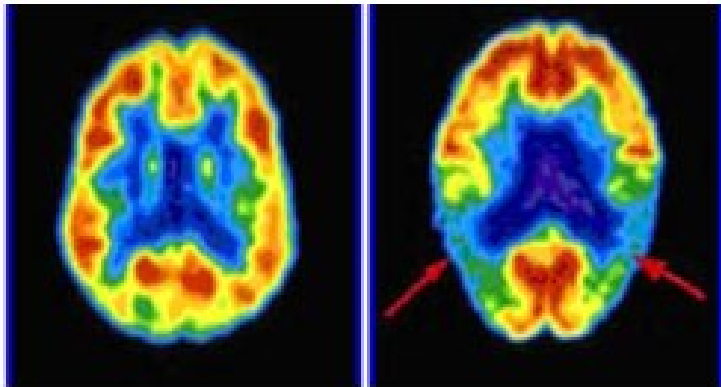
- **Haute résolution et sensibilité** : Le PET offre une excellente résolution spatiale et une sensibilité plus élevée que la SPECT, ce qui permet de détecter des anomalies fonctionnelles à un stade plus précoce, avant même l'apparition de modifications anatomiques.

➤ Limites du PET

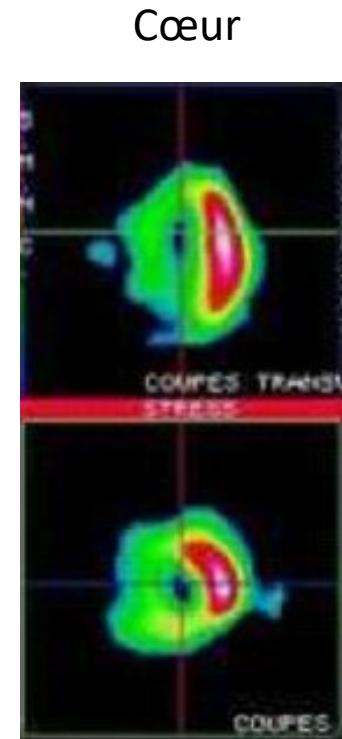
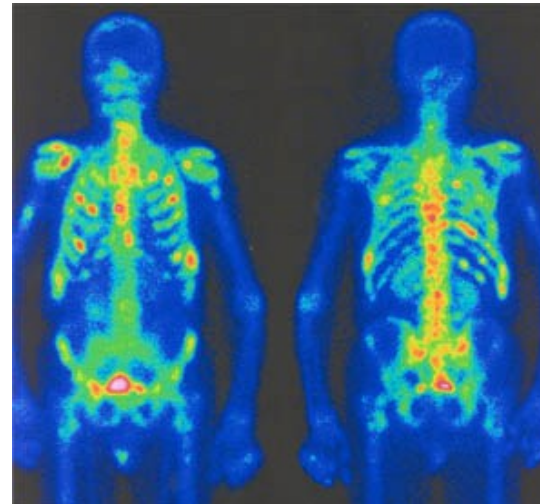
- **Coût et accessibilité** : Le PET est une technique coûteuse et nécessite des équipements spécialisés, comme des cyclotrons pour produire les isotopes, ce qui rend son accès limité dans certaines régions et pour certains patients.
- **Demi-vie courte des isotopes** : Les isotopes utilisés en PET, comme le fluor-18, ont une demi-vie très courte (110 minutes), ce qui impose des contraintes sur la production, le stockage et la distribution des radiopharmaceutiques.

Applications

- Scintigraphie osseuse
- Détection de maladie cérébrale (Alzheimer, épilepsie, ...)
- Mesure du flux sanguin dans le cœur
- Détection de tumeurs
- ...



Patient sain Patient atteint de la
maladie d'Alzheimer



A venir ...

- Combinaisons de plusieurs appareils
 - SPECT/CT-Scan, PET/CT-Scan, ...
- Amélioration des techniques d'imagerie
- Nouvelles techniques

