

# **Place de la Médecine Nucléaire en cancérologie**

## **Principes de base**

**Pr I. Peretti  
Service de Biophysique et Médecine Nucléaire  
CHU Lariboisière  
Université Paris 7**

# médecine nucléaire :

**Médecine Nucléaire = utilisation à des fins médicales de radioéléments artificiels**

**Domaines d'application : explorations et thérapie**

- **Biologie**
- **Imagerie = scintigraphie**
- **Thérapie = radiothérapie interne (ou métabolique)**

# Utilisation des radio-éléments en thérapeutique cancérologique

“radiothérapie métabolique”,

“radiothérapie interne vectorisée (RIV)”

## principe

- irradiation de cibles tumorales disséminées dans l'organisme, au moyen d'un médicament radioactif “radiopharmaceutique” (RP)

# Utilisation des radio-éléments en thérapeutique cancérologique

effet thérapeutique :

- basé sur la sélectivité du radiopharmaceutique
- avec peu de dégâts au niveau des organes voisins

# Utilisation des radio-éléments en thérapeutique cancérologique

principales utilisations :

- cancer de la thyroïde
- traitement palliatif des métastases osseuses

# Modalités d'imagerie nucléaire :

Émetteur **gamma** : gamma - caméra

Émetteur **bêta plus** : tomographie par émission de  
positons

# Techniques d'imagerie de médecine nucléaire :

- imagerie plane

  - scintigraphie plane

- imagerie en coupes :

  - tomoscintigraphie **TEMP (ou SPECT)**

    - (**T**omographie par **E**mission de (simple) **M**ono**P**hoton)

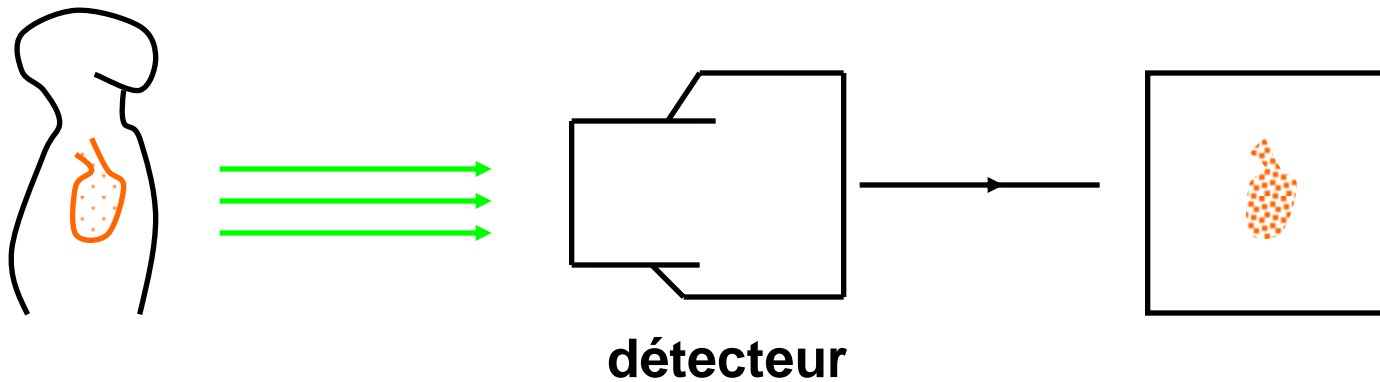
    - (**S**ingle **P**hoton **E**mission **C**omputed **T**omography)

  - tomographie par émission de positons **TEP**  
(ou **PET**)

# 1 - Principe de la scintigraphie conventionnelle:

principe général :  
imagerie par émission

isotope radioactif  
détection externe





**- traceur radiopharmaceutique (ou radiotraceur)**

**Traceur :**

- substance physiologiquement indiscernable de la substance tracée**
- il ne modifie pas le parcours de la substance tracée.**

**Le radiotraceur** (voie IV, ...) est habituellement composé :

- d'un **vecteur** :

→ localisation sélective sur un organe

**cible**

- d'un **marqueur** : isotope radioactif

**- détection externe**

**photons  $\gamma$**

**énergie : 70 à 400 keV**

**gamma – caméra**

**ex :  $^{99m}\text{Tc}$**

**140 keV**

**période : 6 h**

## **2 - traceur radioactifs utilisés**

**comportement de la substance tracée**  
**fonction biologique**  
**examen fonctionnel**

### **critères physico-chimiques :**

**Émission  $\gamma$  (gamma)**

**période**

**énergie 70 à 400 keV**

**facilité d'approvisionnement**

## critères métaboliques

**pas de modification de la fonction étudiée par  
le traceur  
spécificité pour la voie métabolique étudiée**

### **traceur idéal :**

**marquage stable  
captation rapide et sélective  
concentration importante  
élimination immédiate**

# Demi-vie

$T_{\text{phys}}$  : demi-vie physique du marqueur

$T_{\text{biol}}$  : demi-vie biologique du vecteur

$T_{\text{eff}}$  : demi-vie effective

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{biol}}} + \frac{1}{T_{\text{phys}}}$$

## différents types de traceurs :

### Radioélément libre se comportant comme un traceur :

- **directement utilisé par l'organisme:**  
 **$^{123}\text{I}$  (thyroïde)**
- **même cinétique d'incorporation :**  
 **$^{201}\text{Tl}$  (K, myocarde)**

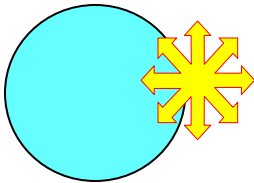
# Radioélément associé à un vecteur (biologique ou non biologique) :

**site marqué (vecteur)**

**molécule, hématie, ...**

**marquage :**

**$^{99m}\text{Tc}$  :**



**générateur**

**→ disponibilité permanente**

**énergie des photons : 140 keV**

**période : 6 h**

**coût modéré**



## traceurs utilisant le technétium

exemple :

**HMDP marqué au  $^{99m}\text{Tc}$  : squelette osseux**  
**(HydroxyMéthylène DiPhosphonate)**

## traceurs utilisant l'iode

### exemples :

$^{123}\text{I}$  : thyroïde

MIBG marquée à l' $^{123}\text{I}$  : glande surrénale

## traceurs utilisant le thallium

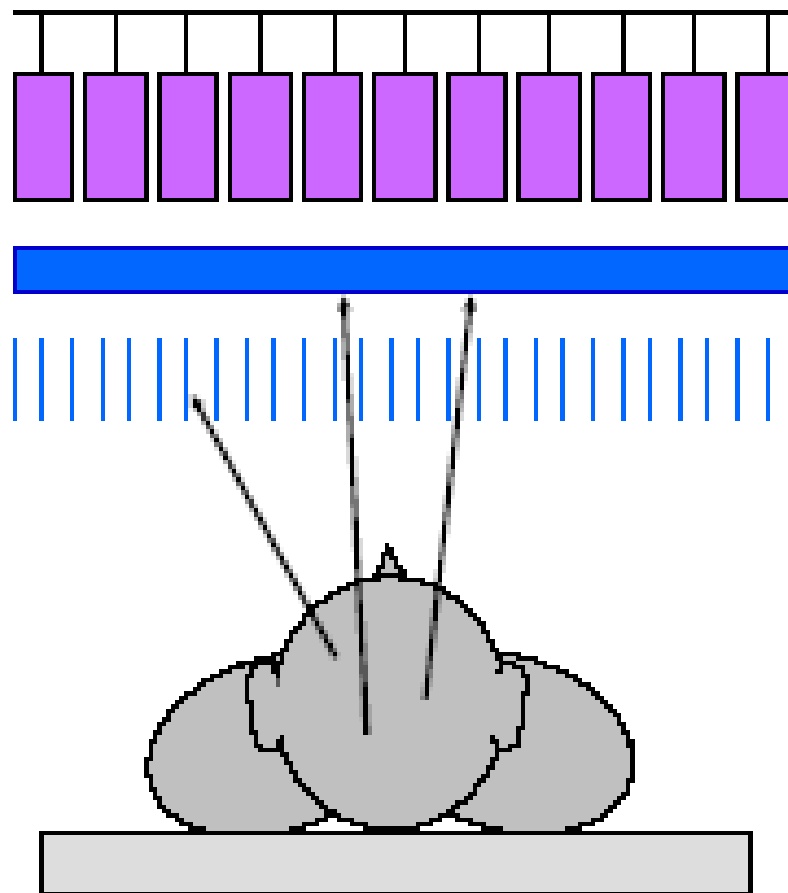
### exemple :

$^{201}\text{Tl}$  : myocarde

### **3 - gamma-caméra**

**un ou plusieurs détecteurs (double tête p. ex.)  
détecteur monté sur un statif :**

- balayage**
- rotation (en mode tomographique)**

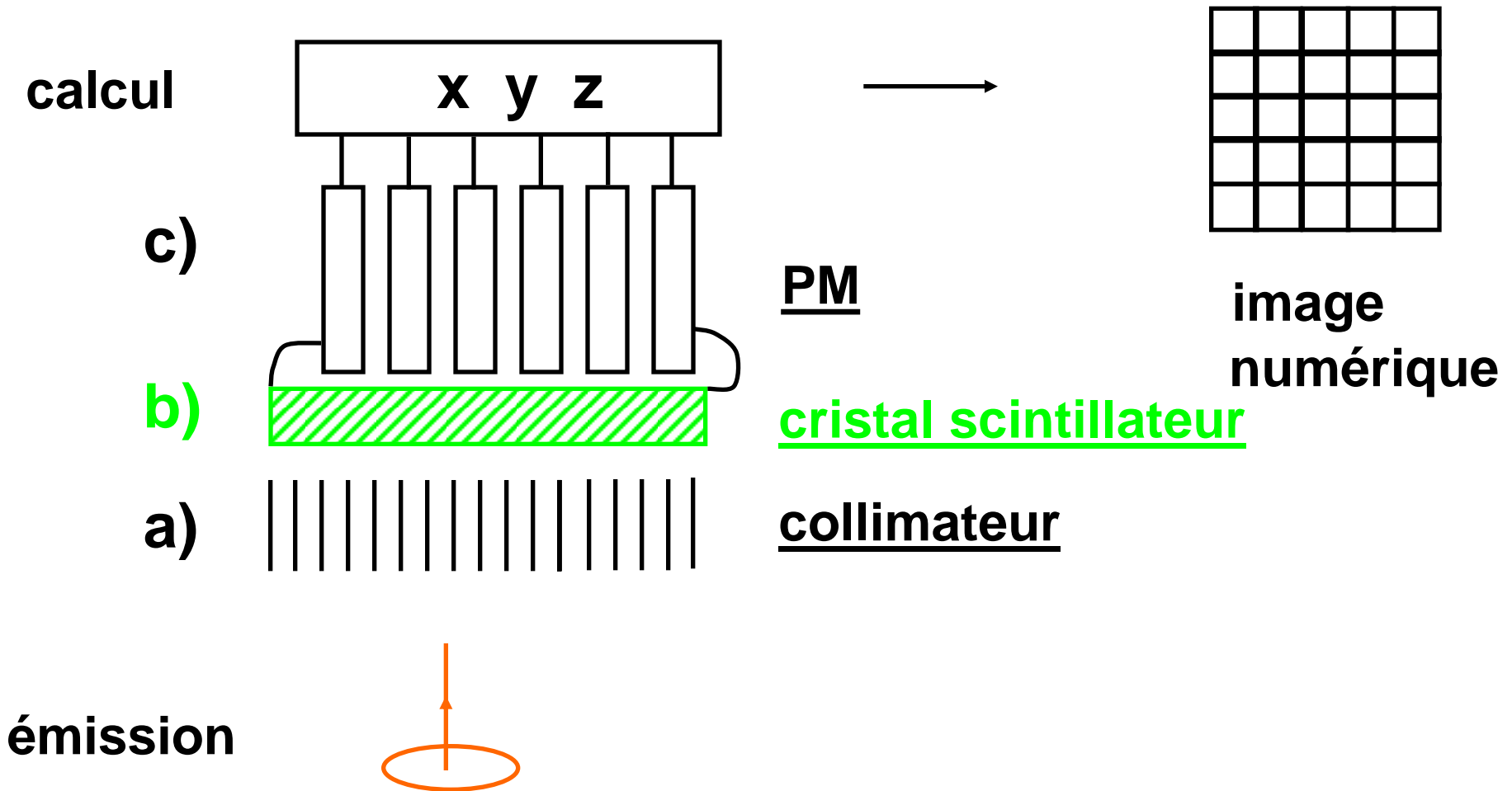


# - gamma caméra

Anger (1953)

détection des photons  $\gamma$

localisation spatiale



**trois éléments principaux :**

**a) collimateur**

**blocs de plomb  
canaux**

**sélectionne rayonnement primaire**

**élimine bruit de fond**

## **b) cristal scintillateur**

**détection de rayonnement  $\gamma$**

**cristal d'iodure de sodium **NaI****

**forme : circulaire ou rectangulaire**

**photon incident  $\gamma$  →**

**ionisations et excitations, puis  
retour des atomes à l'état fondamental**

**⇒ émission de photons de scintillation**

**1 photon de 140 keV crée environ  
4500 photons lumineux**

**guide de lumière**



## c) les photomultiplicateurs (PM)

**transformation de l'énergie des  
photons de scintillation en  
flux d'électrons :**

**obtention d'un signal  
électrique**

**amplification**

❖ **cristal scintillant de grande dimension  
batterie de PM**

**détermination du point d'impact du  
photon incident :**

**⇒ localisation spatiale**

## qualité de l'image :

- **sensibilité de la détection**

- **type de collimateur**

**compromis sensibilité / résolution spatiale**

**médecine nucléaire : intérêt fonctionnel**

## **4 - Tomographie à Emission de Positons : TEP**

**particules béta  $^+$ , annihilation  
deux photons émis simultanément  
détection en coïncidence**

## **applications** de la TEP :

- **cancérologie**
- **études métaboliques (consommation d'oxygène, de glucose, ...)**

## Émetteurs de positons :

**$^{15}\text{O}$  (2 minutes)**

**$^{13}\text{N}$  (10 minutes)**

**$^{11}\text{C}$  (20 minutes)**

**$^{18}\text{F}$  (2 heures)**

## Inconvénients :

- période très courte  
(nécessité d'un cyclotron proche)
- coût élevé

**Le  $^{18}\text{FDG}$  (Fluoro-Désoxy-Glucose) est le traceur le plus utilisé en oncologie, en cardiologie et en neurologie**

## **Bases de physiopathologie**

**La fixation de  $^{18}\text{FDG}$  reflète la consommation cellulaire en glucose, donc la viabilité cellulaire**

**Cancérologie :**

**la cellule cancéreuse consomme plus de glucose que les autres cellules.**

# **Examen TEP : indications en oncologie**

- Caractérisation de masses tumorales**
- Détection de tumeur primitive**
- Bilan de l'extension métastatique**
- Evaluation de l'efficacité thérapeutique**
- Diagnostic de récurrence**
- Diagnostic de masses résiduelles**
- Pronostic**