

LES BASES DE LA SCINTIGRAPHIE

Dr CHAKOURI

2018/2019

Objectifs

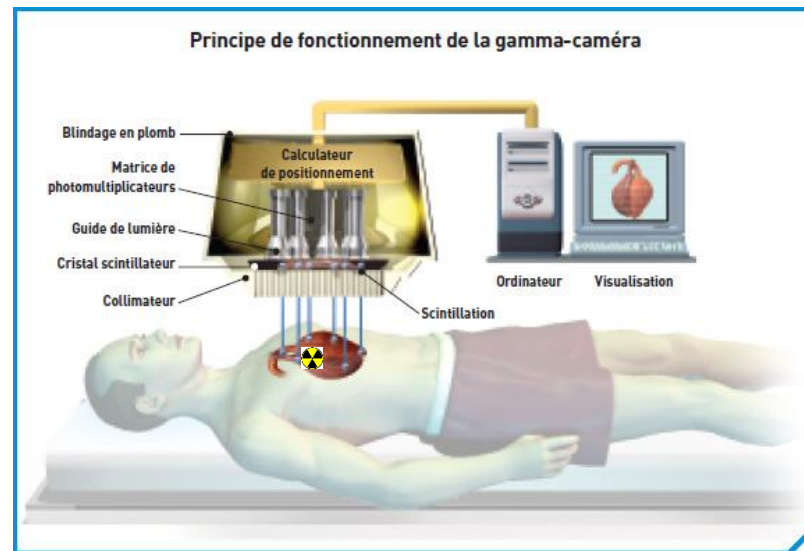
- Définir un marqueur, traceur, radiotraceur
- Différencier entre traceur et un marqueur
- Citer des exemples de radiotraceur les plus utilisés,
- Choisir le traceur idéale
- Décrire le principe de la gamma camera
- Citer les mode d'acquisition avec une gamma camera

PLAN

- DÉFINITION
- TRACEUR
- MARQUEUR
- GAMMA CAMERA (collimation, détection, image)
- MODE ACQUISITION
- EXEMPLE
- CONCLUSION

DEFINITION

- C'est une technique d'imagerie dont le principe est basé sur la détection et la localisation du radiotraceur (émetteur γ) par une Gamma Camera (scintillateur solide) des rayons γ issues du corps humain et localisés sur un organe spécifique.



- Les informations (images, mesures) obtenues reflètent l'activité de l'organe = imagerie fonctionnelle

RADIOTRACEUR

1- LE TRACEUR

- Substance qui se fixe sélectivement sur un organe ou un endroit spécifique de l'organisme humain.
- il mime parfaitement une substance biologique métabolisée par l'organe où il se fixe.
- Souvent considéré comme un « vecteur »
- Il peut être: une atome (iode), une molécule (hormone), une cellule (globule blanc ou globule rouge)...
- Ex: *HMDP (diphosphanate) utilisée pour la scintigraphie osseuse*

RADIOTRACEUR

2- LE MARQUEUR

- Atome radioactif émetteur γ qui permet de suivre la distribution du traceur,
- Parfois le marqueur est lui-même un traceur car il à une affinité de fixation particulière,
- Exemple: ^{123}I , ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$

RADIOTRACEUR

3- LE MARQUAGE

- C'est le couplage du marqueur avec le traceur
= « Radiotraceur » ou « radiopharmaceutique »
- Le marqueur remplace le plus souvent un atome d'hydrogène présent sur le traceur;



CRITERES DE CHOIX DE RADIOTRACEUR

- Nature du rayonnement
- Énergie du rayonnement
- Période effective
- Spécificité
- Stabilité
- Innocuité physiologique
- Disponibilité et Coût

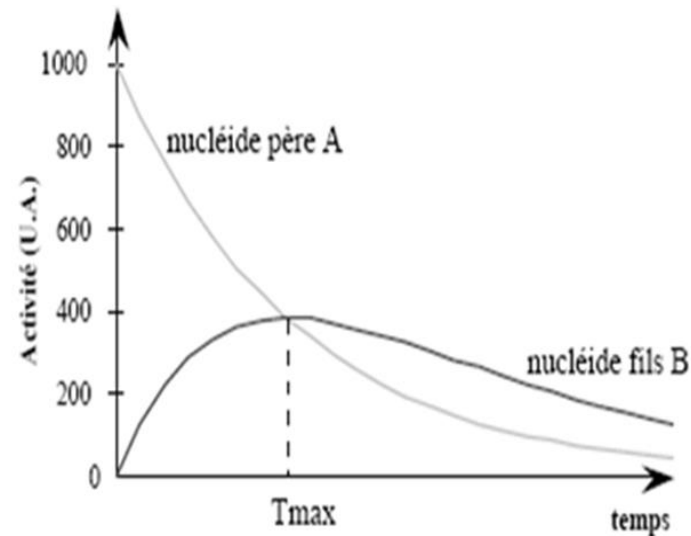
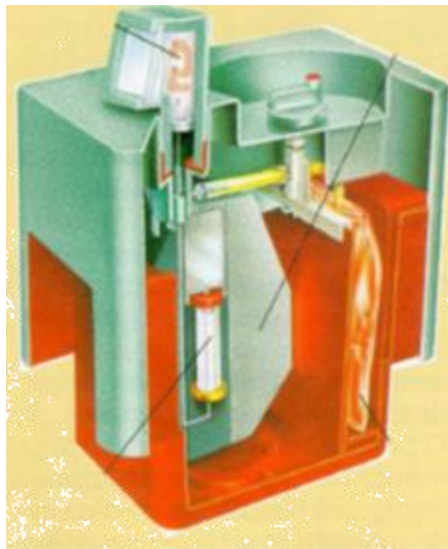
Exemple

Critères de choix d'un radiotraceur pour la thyroïde

Produit	Production	Période	Énergie (KeV)	Activité injectée	Dose d'irradiation	Disponibilité	Coût	stabilité	spécificité
99m Tc	générateur	6 H	$\gamma=140$	2 mCi 74 MBq	2 mSv	Sur une semaine	raisonnable	stable	Thyroïde Parotide Voie digestive
123-I	cyclotron	13,2 H	$\gamma=159$ $X=30$	0,2 mCi 7,4 MBq	7,4 mSv	Tous les jours	Hors de prix	stable	Thyroïde
131-I	Réacteur	08 J	$\beta^-=250$ $X=30$ $\gamma=364$	50 μ Ci 1,85 MBq	3700 mSv	Pas tous les jours	Très chers	stable	Thyroïde

PRODUCTION PAR UN GÉNÉRATEUR

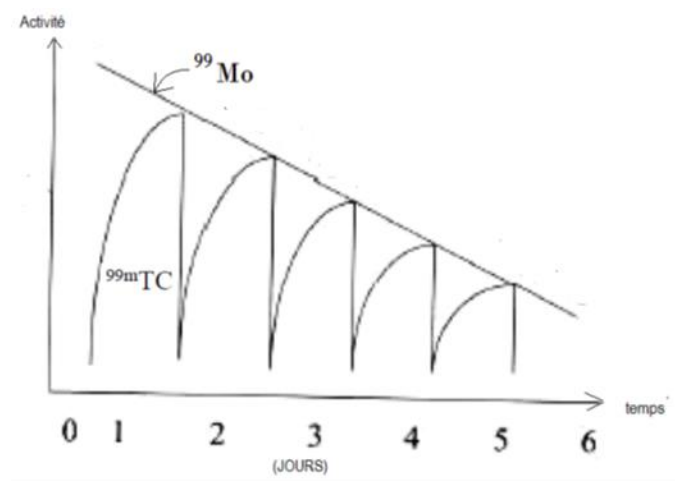
- Utilise le principe de la filiation radioactive de deux éléments radioactifs Père et Fils selon un équilibre de régime lorsque la période du Produit Père est plus grande que celle du fils



- L'activité du fils tend à égaler l'activité du père

PAR UN GÉNÉRATEUR

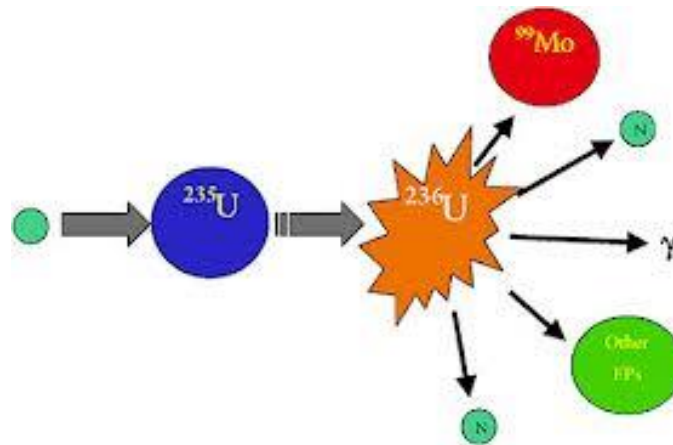
- Dès qu'une activité du fils est disponible on peut séparer les deux radionucléides par élution.
- « principe de la traite: vache à technétium »



- Exemple: Générateur $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$

PRODUIT DE RÉACTIONS NUCLÉAIRES

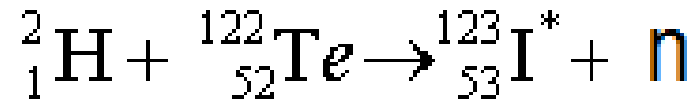
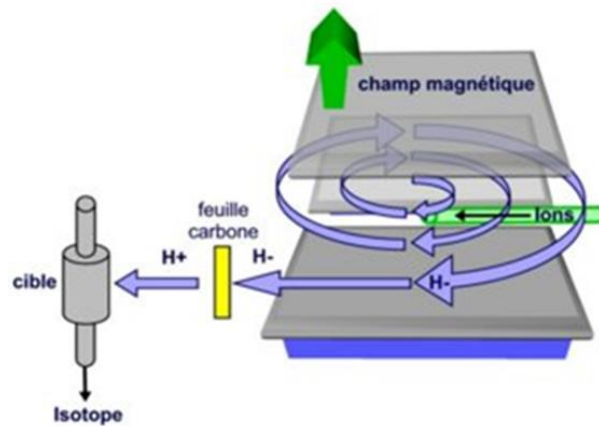
- Dans une réaction nucléaire, un élément radioactif peut être produit par une réaction de fission spontanée ou artificielle



Exemple ^{99}Mo à partir du ^{235}U

PRODUCTION PAR UN CYCLOTRON

- Se fait en provoquant une réaction nucléaire artificielle par accélération angulaire de certaines des particules (neutron, proton, électron) qui viennent bombarder des atomes

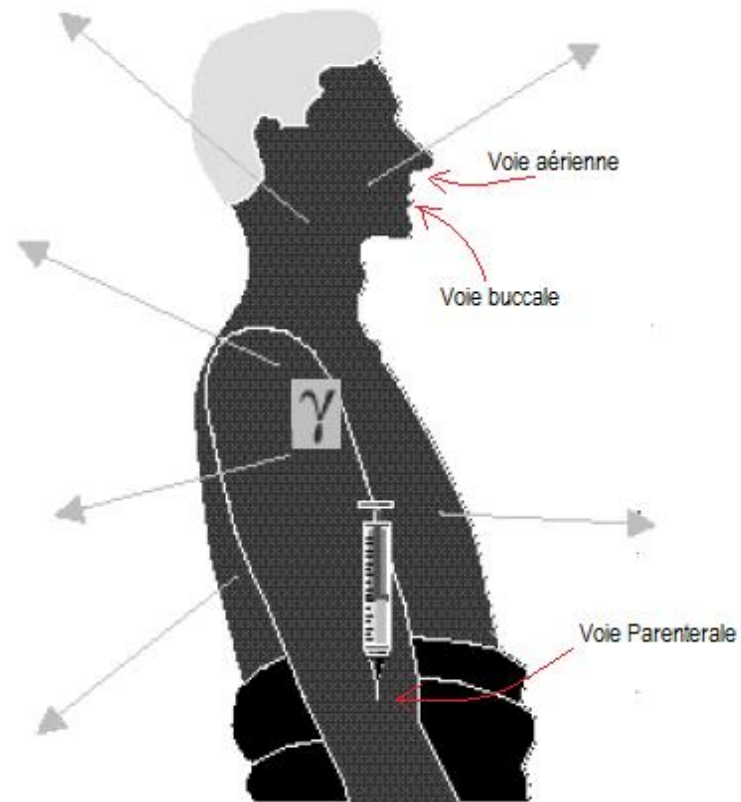


Le cyclotron est très utilisé surtout pour la production des radionucléides émetteur β^+ .

Exemple ${}^{18}\text{F}$, ${}^{15}\text{O}$, ${}^{13}\text{N}$, ${}^{11}\text{C}$

MODE D'ADMINISTRATION

- Voie veineuse
- Ingestion
- inhalation



PREPARATION à L'ACQUISITION

- Information du patient sur l'examen et sur les consignes de radioprotection
- Administration du radiotraceur au patient
- Mise en attente et Isolation du patient le temps de fixation du radiotraceur sur l'organe à étudier
- Acquisition des images par la Gamma Camera

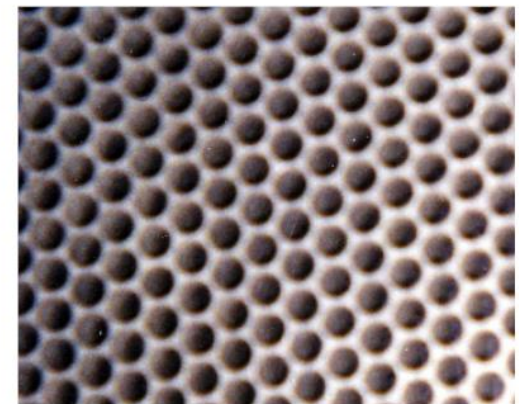
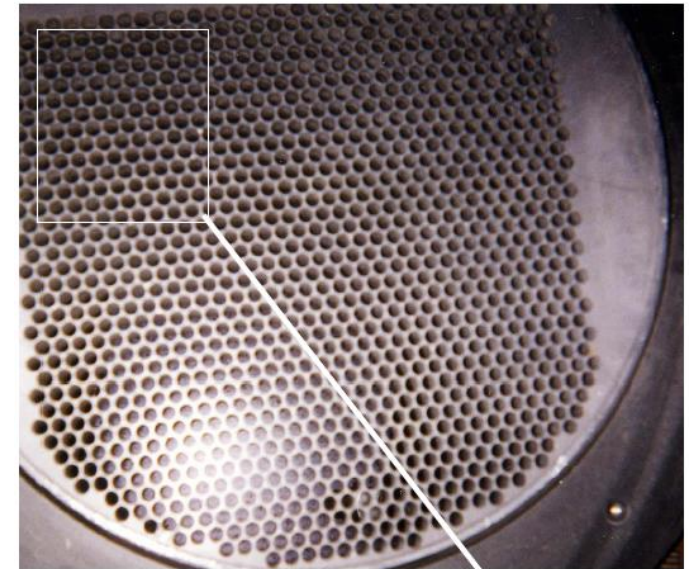
Gamma camera (définition)

- Inventée par Hal ANGER 1953
- Appareil basé sur le principe de la scintillation solide qui permet de détecter et localiser les rayons γ issues du corps humain.
- Il est fait de:
 - ✓ Collimateur
 - ✓ Scintillateur
 - ✓ Analyseur
 - ✓ Spectromètre
 - ✓ Moniteur



COLLIMATION

- Avant le cristal,
- Faite par une plaque de plomb dans laquelle sont ménagés des trous (comme tamis) orientés perpendiculairement au cristal,
- Destinés à laisser passer que les photons utiles
- Les trous sont séparés par ce qu'on appelle les septas (= cloisons).



SCINTILLATION

- Due à un cristal de grande dimension et épais.
- L' NaI (Tl) est très exploité car il a une bonne linéarité et un bon rendement mais il reste fragile (humidité et chaleur)
- Rôle: Convertir les rayons gamma en rayons lumineux adaptés aux PM

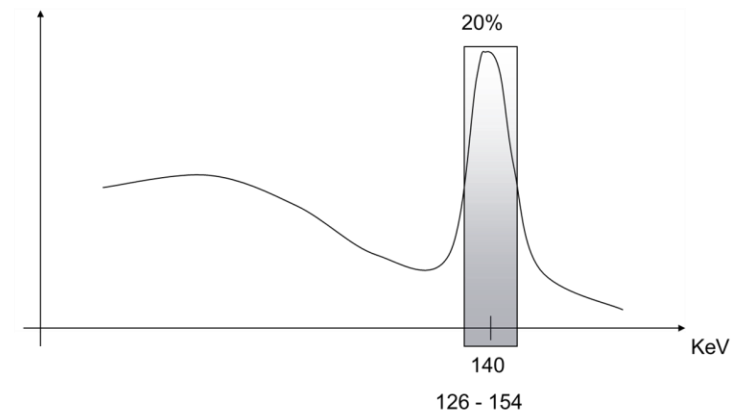
PM

- Entre 60 à 95 déposé au contact du cristal.
- Convertir les rayons lumineux en signal électrique
- L'impulsion électrique est proportionnelle à l'énergie du photon.



SPECTROMETRIE

- C'est la représentation graphique des rayons gamma qui interagissent dans le cristal, en fonction de leurs énergies
- Permet de sélectionner les rayons γ (impulsions) utiles à la construction de l'image
- Éliminer le rayonnement diffusé (pas d'artefacts)

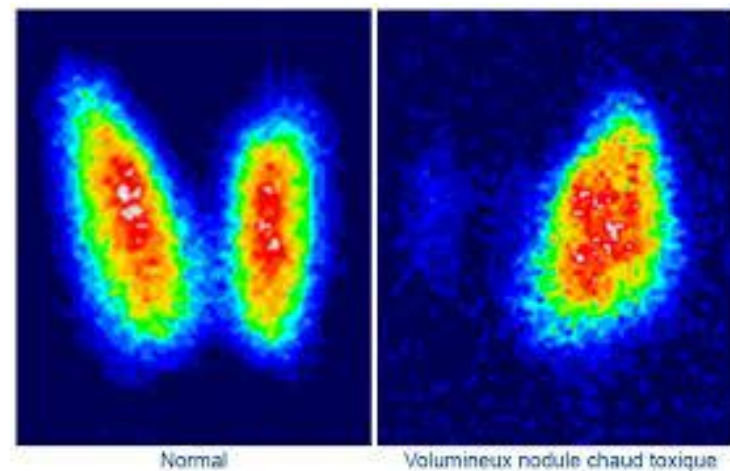


MODALITE D'IMAGE

- Image statique
- Image dynamique
- Balayage
- Tomographique
- Synchronisée

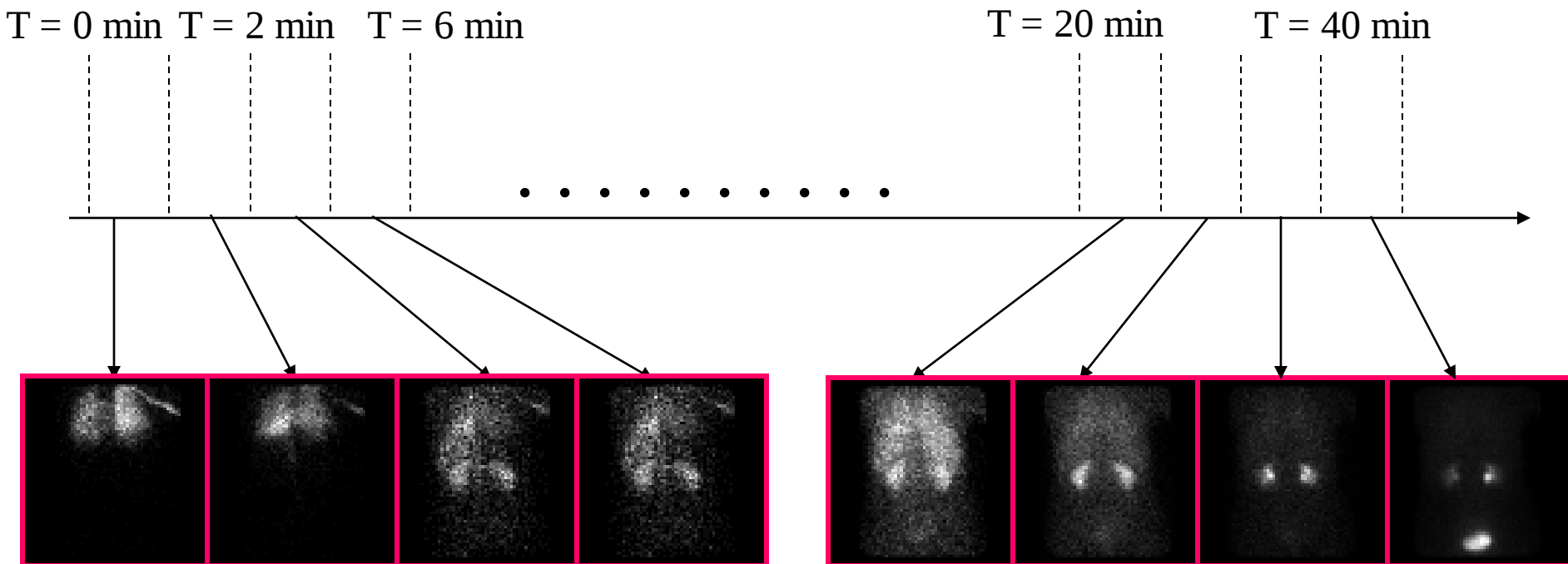
STATIQUE

- Le patient et la tête de la gamma camera sont fixes et immobiles.
- L'image est obtenue sur une certaine durée



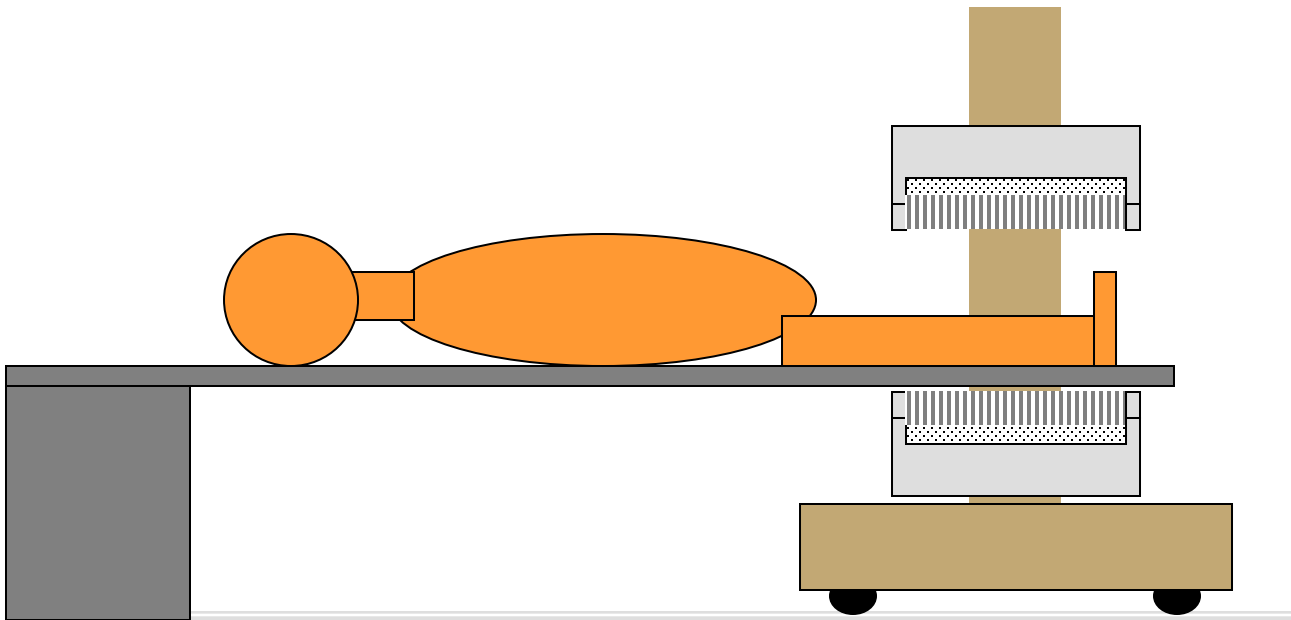
DYNAMIQUE

- Plusieurs images statiques sont obtenues sur une certaine durée



BALAYAGE

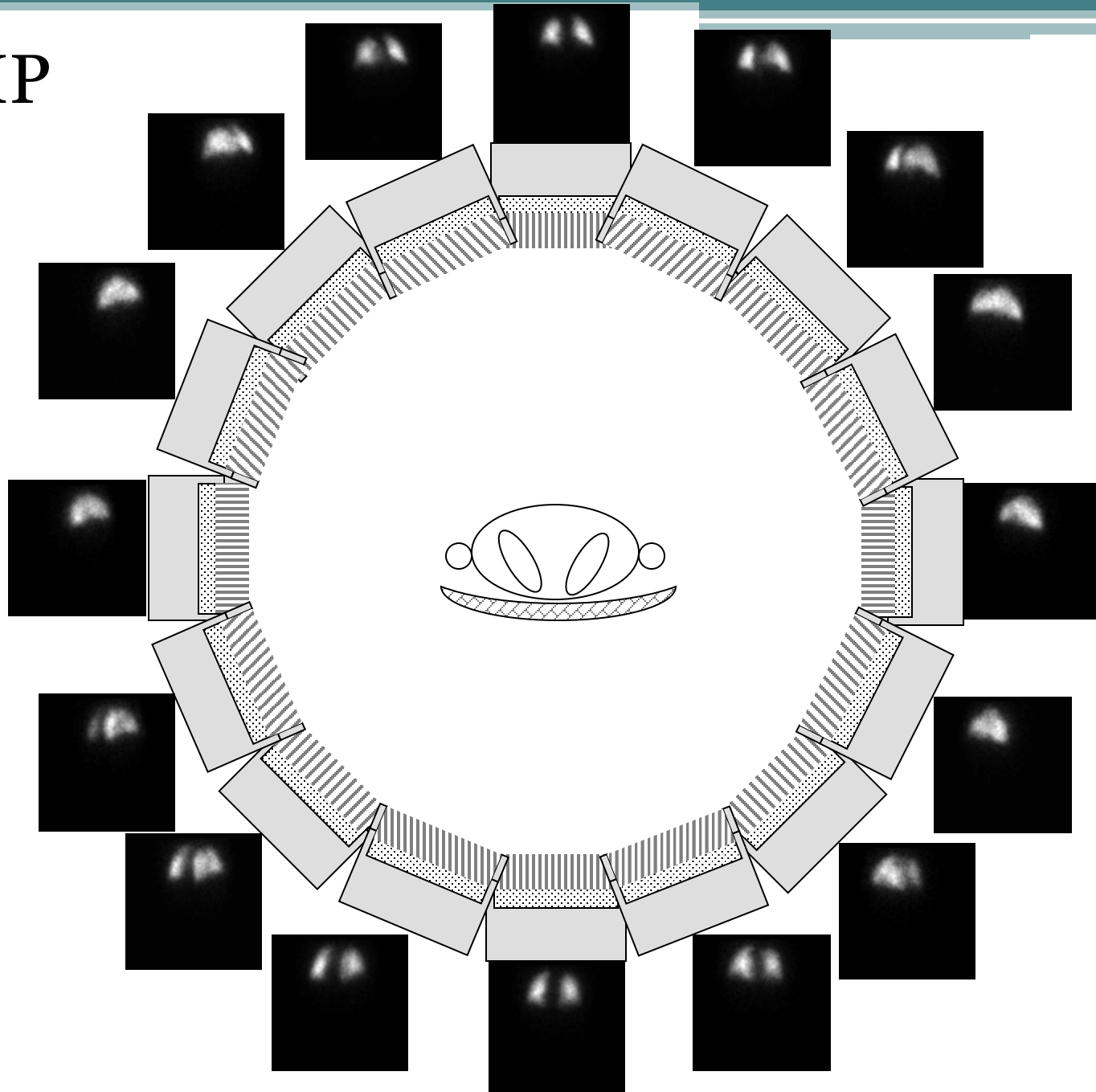
- Prenant l'ensemble du corps humain (de la tête au pied) et obtenues par l'acquisition de plusieurs images statiques jointives



TOMOGRAPHIE

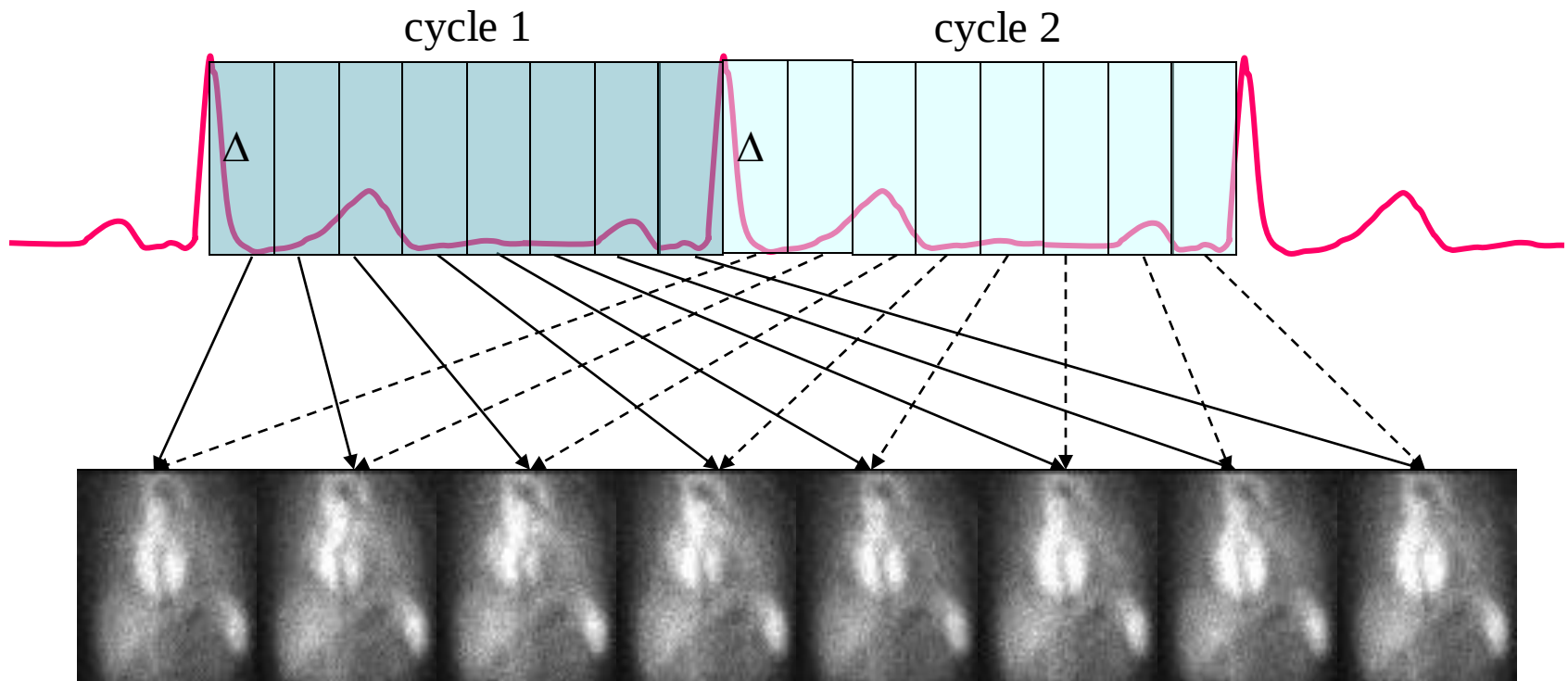
- Les détecteurs tournent autour du patients.
- Permet d'éviter les superpositions
- TEMP (tomographie par émission monophotonique)

TEMP



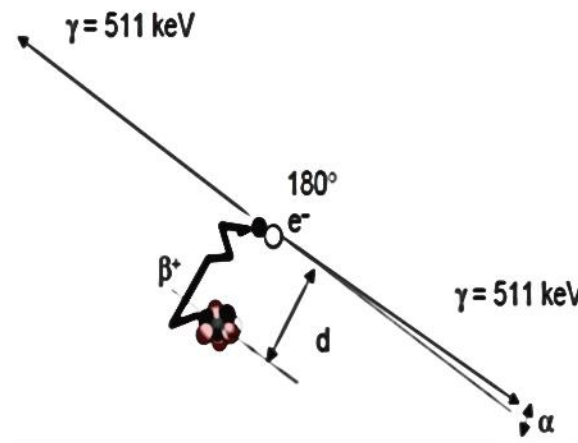
Synchronisée

- Acquisition synchronisée au battements du cœur qui sont obtenue par un ECG

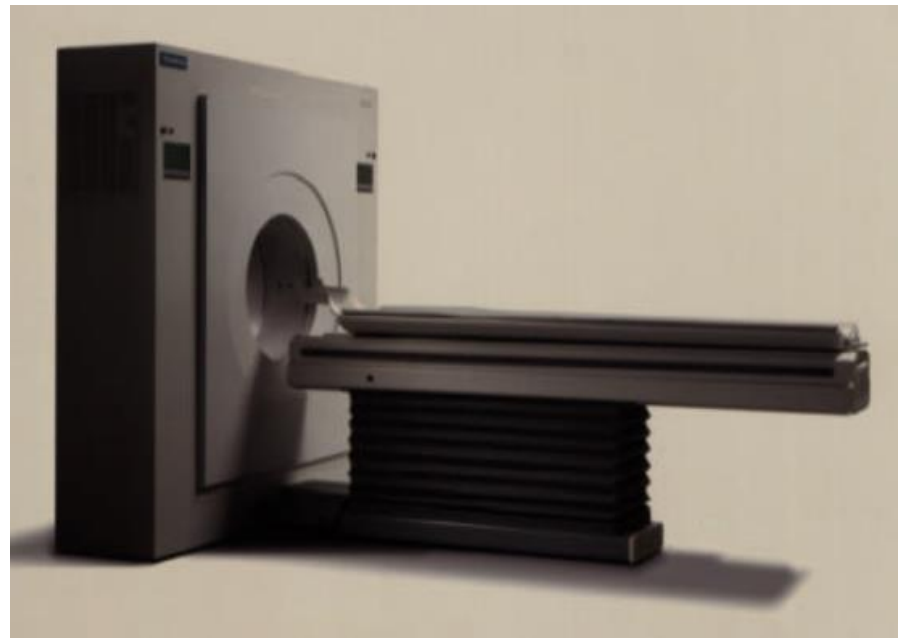
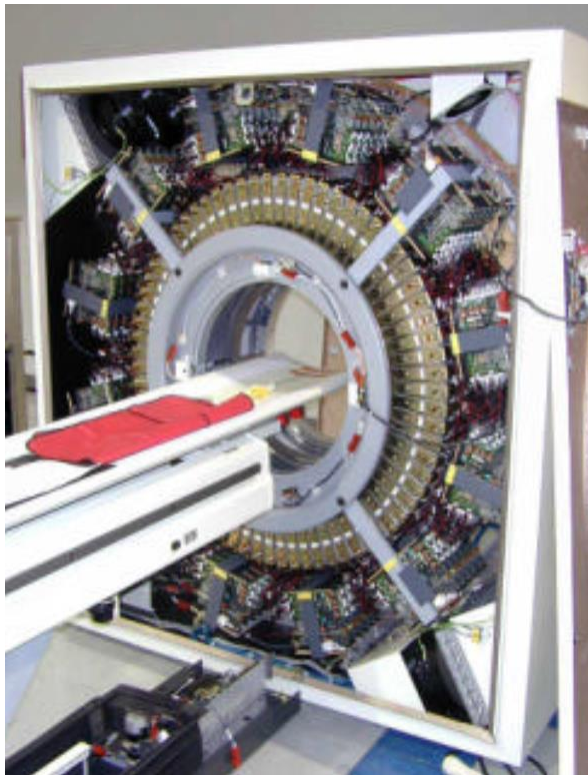


LA TOMOGRAPHIE PAR EMISSION DE PHOTON (TEP)

- Imagerie basée sur la détection solide par coïncidence des rayons γ issus de la dématérialisation d'un émetteur β^+ .



LA TOMOGRAPHIE PAR ÉMISSION DE PHOTON (TEP)



Radiotraceur

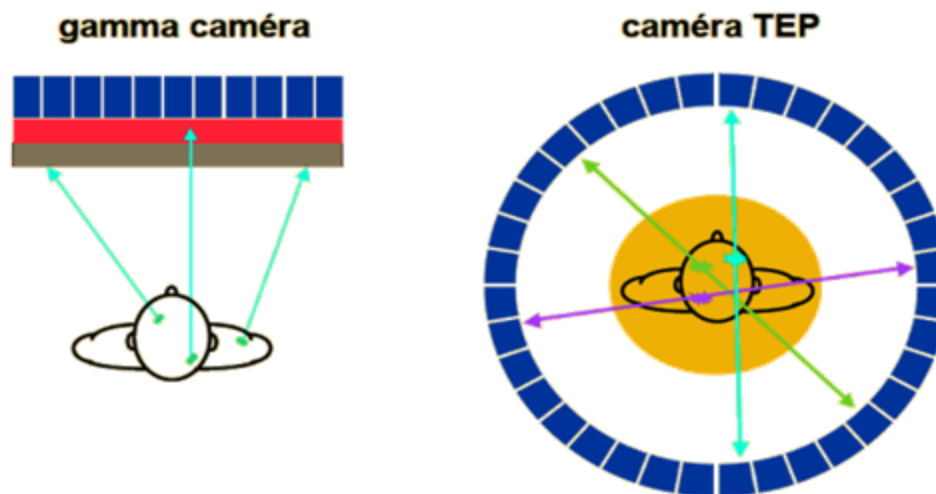
- Tous produit par un cyclotron.
- Le traceur le plus utilisé est le Désoxy-Glucose couplé au Fluor 18 = « FDG »

Isotopes	^{11}C	^{13}N	^{15}O	^{18}F
Énergie cinétique maximale des β^+ (MeV)	0,98	1,19	1,72	0,63
Énergie cinétique la plus probable des β^+ (MeV)	0,39	0,49	0,73	0,25
Libre parcours maximal dans l'eau (mm)	3,9	5	7,9	2,3
Libre parcours moyen dans l'eau (mm)	1,1	1,5	2,7	0,6
Période des radioéléments (min)	20,4	10,0	2,1	109,8

^{11}C = carbone 11 ; ^{13}N = azote 13 ; ^{15}O = oxygène 15 ; ^{18}F = fluor 18

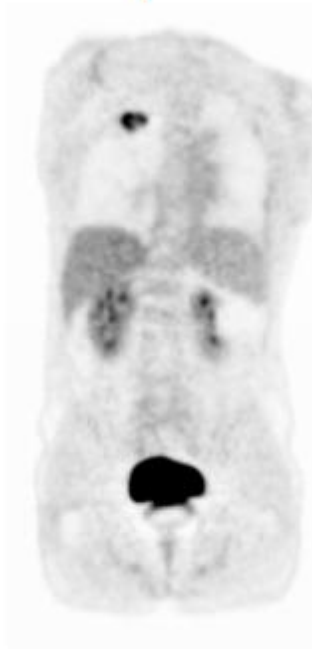
Principe

- Le détecteur sont placés en anneaux autour du patient.
- Seuls les détecteurs activés (presque) au même moment permettent l'acquisition (en coïncidence)
- L'ensemble des informations sont recueillis et traités pour donner une image



Image

TEP
 β^+



TDM
X



TEP+TDM



CONCLUSION TEP

- La tomographie par émission de positons ou TEP est une technique d'imagerie obtenue grâce à la mesure de la distribution d'une molécule marquée par un émetteur de positons.
- Son intérêt en oncologie est lié au fait que les cellules cancéreuses ont un métabolisme du glucose plus important que les cellules normales, fournissant ainsi une information complémentaire de celle des examens radiologiques.
- Cette technique est en évolution permanente surtout la fusion d'image TDM ou IRM,

Merci
POUR VOTRE ATTENTION