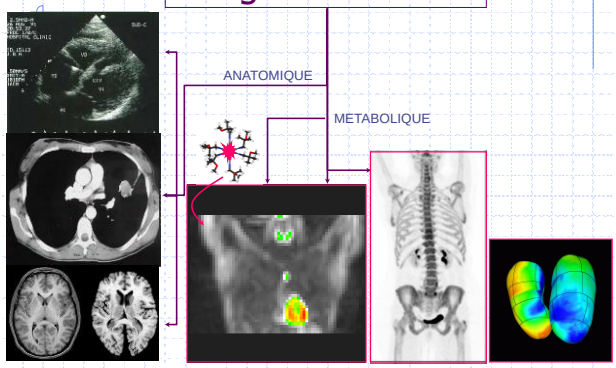
IMAGERIE SCINTIGRAPHIQUE

Formation Générale en Sciences Médicales – 2° année

Module biophysique & imagerie

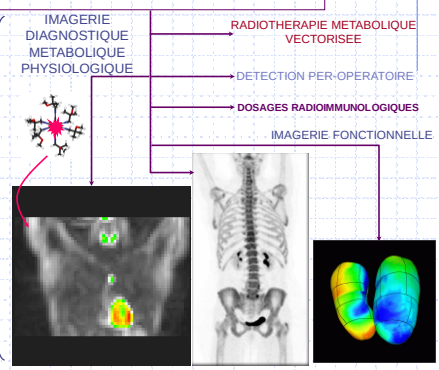
Denis Mariano-Goulart
Faculté de médecine et CHRU de Montpellier
http:\\scinti.edu.umontpellier.fr

Imagerie médicale

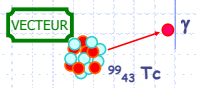


Médecine Nucléaire

Utilisation de marqueurs radioactifs pour tracer le devenir d'un vecteur (atome, molécule, cellule) dans un but diagnostique ou thérapeutique



UN PEU D'HISTOIRE



RA γ

détecteur à scintillation

γ-caméra

Traceurs cliniques γ

CZT

1900 1934 1940 1950 1956 1970 1979 2000 2005

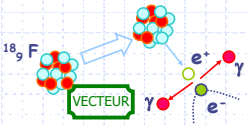
RAA, β+

détecteur à coïncidence

FDG

TEP

Irène & Frédéric Joliot-Curie

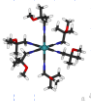
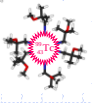


$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{30}_{14}Si + ^{0}_{1}e^{+} + \nu$

LES TRACEURS RADIOACTIFS

Quel marqueur radioactif ?
Quelle molécule vectrice ?
Comment les associer ?

VOCABULAIRE

- Marqueur: Atome détectable
- Vecteur: Molécule / cellule d'intérêt 
- Traceur: Marqueur lié au vecteur 
- Scintigraphie:
  Distribution 2 ou 3D d'un traceur radioactif

MARQUEURS RADIOACTIFS

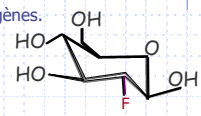
	ISOTOPE	RADIO PROTECTION	PROPRIETES	ISOTOPES CLINIQUES
DIAGNOSTIC IN VIVO	EMETTEURS DE PHOTONS PENETRANTS PEU DIFFUSES ⇒ β^+ ou γ ⇒ IONISANTS	PEU IRRADIANTS ⇒ T courtes : sec – h ⇒ ISOTOPES ARTIFICIELS	(RENDUS) SPECIFIQUES D'UN METABOLISME ⇒ AFFINITE CHIMIQUE	$^{99}_{43}Tc$, $^{18}_{9}F$, $^{68}_{31}Ga$ $^{123}_{53}I$ $^{81}_{36}Kr$ $^{111}_{49}In$, $^{201}_{81}Tl$
DIAGNOSTIC IN VITRO	COMPTAGE De photons	Émetteurs X(β^-) ou γ d'énergie faible	AFFINITE POUR LE CORPS A DOSER	$^{125}_{53}I$ $^{14}_{6}C$
THERAPIE	EMETTEURS DE PARTICULES IRRADIANTES	PARCOURS COURTS ⇒ α ou β^- ⇒T assez courtes : jour ⇒ ISOTOPES ARTIFICIELS	(RENDUS) SPECIFIQUES D'UNE PATHOLOGIE ⇒ AFFINITE	$^{131}_{53}I$ $^{169}_{68}Er$, $^{186}_{75}Re$, $^{90}_{39}Y$ $^{177}_{71}Lu$ $^{32}_{15}P$, $^{223}_{88}Ra$

VECTEURS

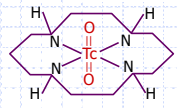
- Simples isotopes radioactifs
  - Diagnostic (γ) : $^{99}_{43}Tc$, $^{123}_{53}I$, $^{81}_{36}Kr$, $^{201}_{81}Tl$, $^{18}_{9}F$
  - Thérapie (β) : $^{131}_{53}I$, $^{169}_{68}Er$, $^{186}_{75}Re$, $^{90}_{39}Y$, $^{32}_{15}P$, $^{223}_{88}Ra$
- Molécules, dont la fixation dépend de :
  - perfusion : cérébrale, myocardique, pulmonaire, rénale, osseuse…
  - métabolisme : os, adrénaline, cholestérol, iode, glucose
  - récepteurs membranaires : dopamine, choline, somatostatine, PSMA
  - Fonction excrétrice : tubulaire rénale, biliaire, salivaire
- Aérosols, microsphères, agrégats d'albumine
  - Ventilation et perfusion pulmonaire
- Cellules
  - globules rouges : fonction cardiaque, hémorragies
  - polynucléaires : infection
  - Plaquettes : fonction splénique, séquestration

MARQUAGE DE VECTEURS

- marqueur non métallique, halo (F, I), chalcogène (0),N, P, C :
  - Liaison directe sur C, pour toute taille de vecteur.
  - Addition électrophile, échange d'halogènes.
  - Marqueurs β^+ : $^{11}_{6}C$, $^{18}_{9}F$
  - Marqueurs γ : $^{123}_{53}I$



- marqueur métallique :
  - Les liaisons simples C-Métal sont instables dans l'eau
  - Groupe complexant avec plusieurs donneurs d'e⁻
    - Exemple : Tétradentate :



  - Seulement pour de grosses molécules vectrices.

TRACEURS γ : A ↑, T ≈ jour

	Marqueur	T	Vecteur	Fonction
GENE-RATEUR $^{99}_{42}Mo$	$^{99}_{43}Tc$	6 h	HDP, HMPAO, ECD, MIBI, TF, MAA, AERO, MAG3, GB, GR[1]	Os, Cerveau, Myocarde Poumon, rein, infection, sang
	$^{123}_{53}I$	13 h	∅, MIBG[2], ioflupane	Thyroïde, Noradrénaline (cœur, médullosurrénale), striata
	$^{131}_{53}I$	8 j	∅,Noriodocholestérol	Thyroïde, corticosurrénale
	$^{111}_{49}In$	2,8 j	Pentétréotide, plaquettes	Somatostatine, plaquettes
GENE-RATEUR $^{81}_{37}Rb$	$^{81}_{36}Kr$	13 s	∅	Débits bronchiques

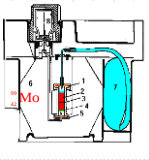
[1] HydroxyDiPhosphonate, HexaMéthylPropilèneAmineOxime, Ethyl Cysteinate Dimer, MétoxyIsobutylIsonitrile, TétroFosmine, MacroAggregats d'Albumine, AEROsols, MercaptoAcétyl triGlycine, Globule Blanc, Globule Rouge
[2] MétaIodoBenzylGuanidine

TRACEURS β⁺ : A ↓, T ≈ minute

	Marqueur	T (min)	Vecteur	Fonction
	$^{18}_{9}F$	110	FDG, FNa F-Choline, F-DOPA	Cancer, cardio., neuro.
RECHERCHE	$^{15}_{8}O$	2	O_2, CO_2, H_2O, CO	Volémie, DSC
	$^{11}_{6}C$	20	Methionine, D2, S2,opiacés, BZD	Cancers, récepteurs
	$^{13}_{7}N$	10	NH_3	Perfusion myocardique
GENERATEURS $^{82}_{38}Sr$	$^{82}_{37}Rb$	1 ¼	-	Perfusion myocardique
GENERATEURS $^{68}_{32}Ge$	$^{68}_{31}Ga$	68	Octréotide PSMA	Tumeurs neuroendocrines, paragangliomes, cancers de prostate

☺ Générateurs de gallium et de rubidium
☺ Marquage des petites molécules de base de la biochimie,
☹ mais gestion délicate des périodes très courtes

PRODUCTION DU ^{99m}Tc



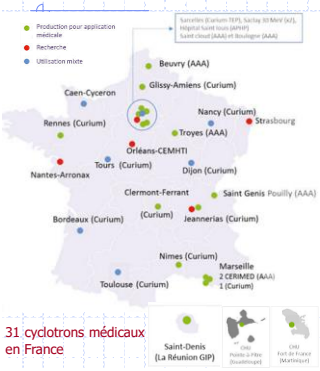
$$^{99}_{42}Mo \xrightarrow[T_{1/2}=66h]{\beta^-} {}^{99}_{43}Tc^{m} + {}^{0}_{-1}e^{-} + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$$

Réacteur nucléaire
(activation neutronique
du ^{98}Mo
ou fission de l'^{235}U)

Idem avec le $^{68}Ge/^{68}Ga$:

$$^{68}_{32}Ge + {}^{0}_{-1}e \xrightarrow[270\,j]{} \nu + {}^{68}_{31}Ga \xrightarrow[68\,min]{} {}^{68}_{30}Zn + {}^{0}_{1}e + \nu$$

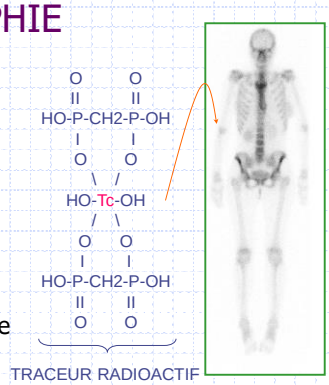
PRODUCTION DU ^{18}F



31 cyclotrons médicaux en France

SCINTIGRAPHIE

Le marqueur est utilisé pour rendre radioactive une molécule vectrice spécifique d'un métabolisme d'intérêt.
La cartographie de radioactivité mesurée est appelée scintigraphie



SYNTHESE 1

- Imagerie moléculaire et fonctionnelle
- Détection per-opératoire, thérapie et RIA

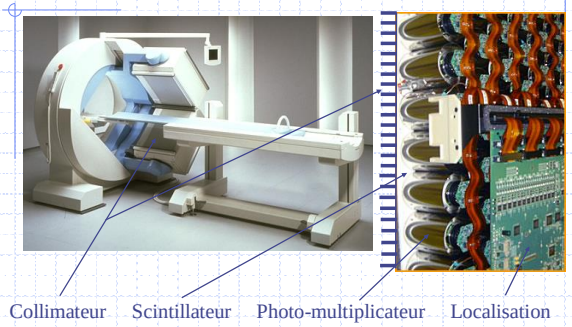
- Marqueur radio-isotope artificiel :
  - γ (TEMP), β^+ (TEP), β (Thérapeutique)
- Vecteur: atome, molécule(s), cellule

- Liaison facile halo-chalcogènes
- Groupe complexant pour les métaux

DU TRACEUR A L'IMAGE

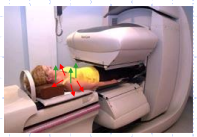
- Scintigraphie γ
- Scintigraphie β^+
- Détecteurs de photons γ
- Corrections des artefacts

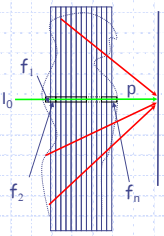
GAMMA-CAMERA γ = TEMP*

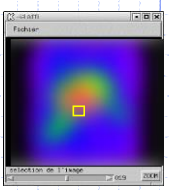


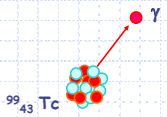
* Tomographie par Emission de Mono Photonique γ = SPECT

SCINTIGRAPHIE γ

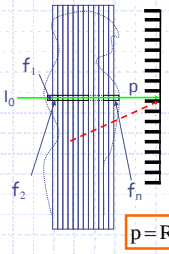


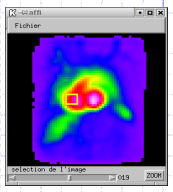


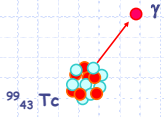




SCINTIGRAPHIE γ



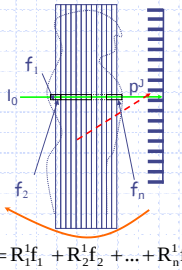


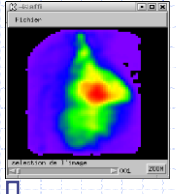


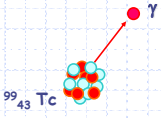
$$p = R_1 f_1 + R_2 f_2 + \ldots + R_n f_n$$

résolution ≈ cm
bruit de Poisson

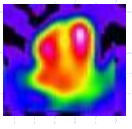
SCINTIGRAPHIE γ (TEMP)



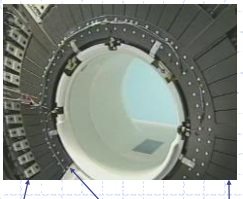




$$\begin{cases} p^1 = R_1^1 f_1 + R_2^1 f_2 + \ldots + R_n^1 f_n \\ \ldots \\ p^m = R_1^m f_1 + R_2^m f_2 + \ldots + R_n^m f_n \end{cases}$$

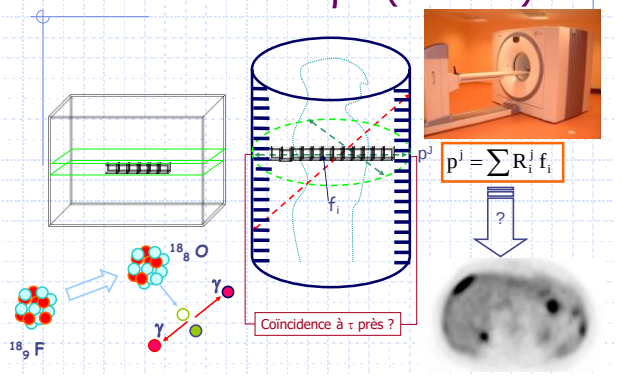


GAMMA-CAMERA TEP*



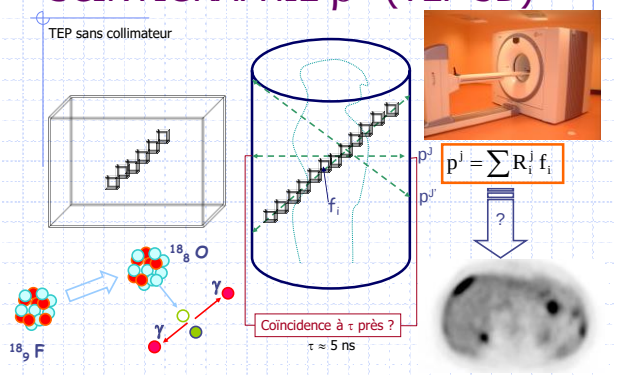
* Tomographie par Emission de Positons = PET

SCINTIGRAPHIE β^+ (TEP 2D)



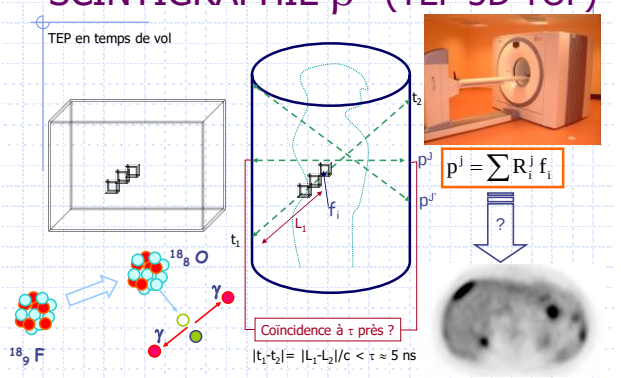
SCINTIGRAPHIE β^+ (TEP 3D)

TEP sans collimateur

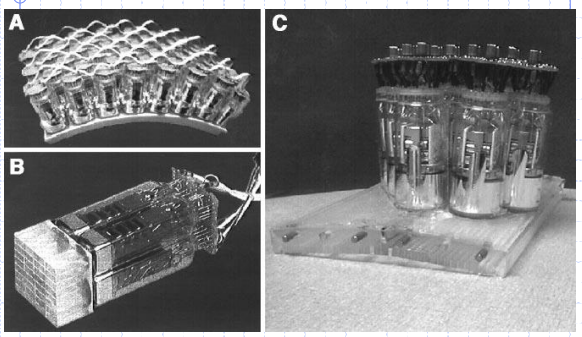


SCINTIGRAPHIE β^+ (TEP 3D-TOF)

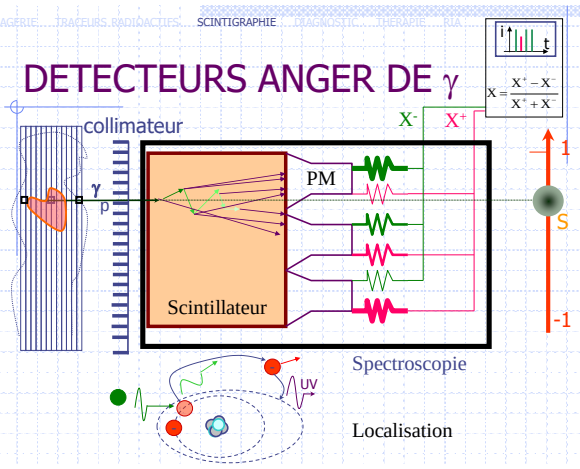
TEP en temps de vol



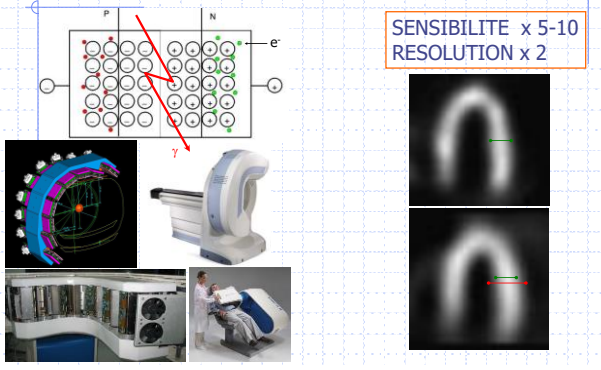
DETECTEURS ANGER TEP (1956)



DETECTEURS ANGER DE γ



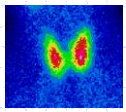
DETECTEURS Cadmium Zinc Telluride



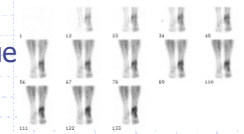
SENSIBILITE x 5-10
RESOLUTION x 2

MODES D'ACQUISITION

- Planaire
  - 5'

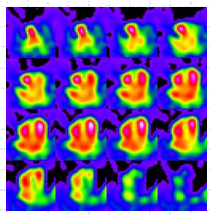


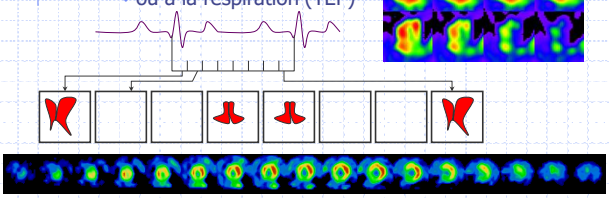
- Balayage corps entier
  - 15'
- Dynamique
  - 1'



MODES D'ACQUISITION

- Tomographique
- Synchronisé à l'ECG
  - ou à la respiration (TEP)



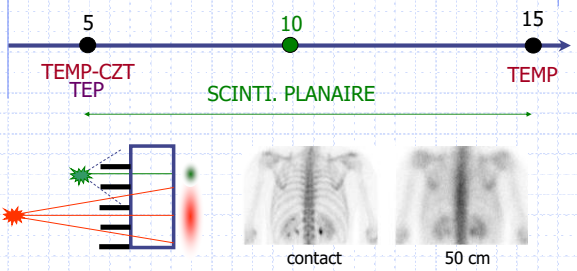


ARTEFACTS D'ACQUISITION

- Résolution et effet de volume partiel
  - Possibilité de corriger en partie la réponse impulsionnelle par traitement du signal
- Atténuations
  - par absorption photo-électrique
  - par diffusion Compton
- Coïncidences fortuites (TEP seulement)
  - Corrigés par traitement du signal à l'acquisition

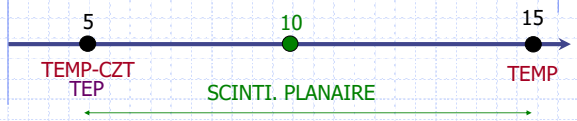
RESOLUTION

- Ordres de grandeur des LMH (mm)

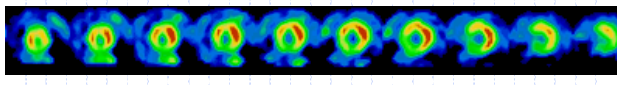


EFFET DE VOLUME PARTIEL

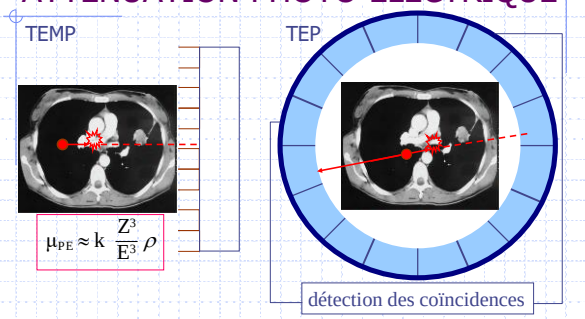
- Ordres de grandeur des LMH (mm)



- Activité maximale sous estimée pour des objets de dimension d si d < 2.LMH
  - donc si d < **1 cm** en TEP-CZT et si d < **3 cm** TEMP



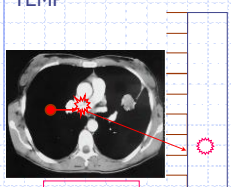
ATTENUATION PHOTO-ELECTRIQUE



Mineur par rapport à l'atténuation Compton à 70-511 keV en biologie

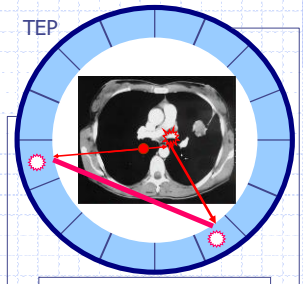
ATTENUATION COMPTON

TEMP



$\mu_C \approx k' \rho$

TEP



détection des coïncidences

Mode d'atténuation majeur à 70-511 keV en biologie

ATTENUATIONS

E (keV)	CDA_{eau} (cm)	$2^{-30/CDA}$
70	3	0,1 %
511	7	5 %

Flou

Sous-estimation des activités profondes

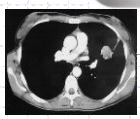
$\mu_C \approx k' \rho$

$\mu_{PE} \approx k \frac{Z^3}{E^3} \rho$

La correction nécessite la connaissance des ρ traversés

CORRECTION DE L'ATTENUATION

imagerie multi-modale



Identification de 3 phases par seuillage de la TDM

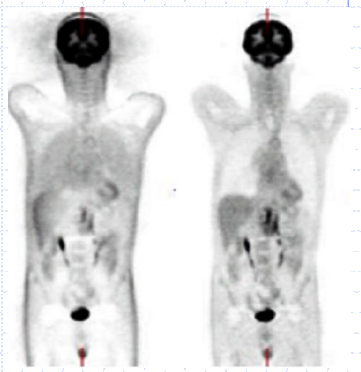
Correction par un facteur $\exp(\mu_{os}x_{os}+\mu_{mou}x_{mou}+\mu_{air}x_{air})$

$\mu_{511}(air)$ $\mu_{511}(mou)$ $\mu_{511}(os)$

Plus facile à mettre en œuvre (donc plus précise) en TEP qu'en TEMP

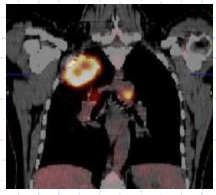
RESULTATS

- Correction d'artefacts



RESULTATS

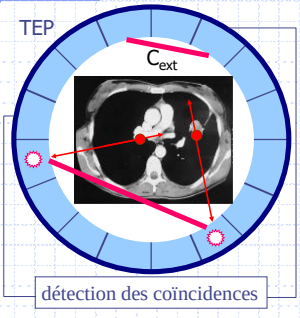
- Correction d'artefacts
- Localisation anatomique



- Interprétation multimodale

Diapositive masquée

COINCIDENCES FORTUITES



Corrections possibles :

1- en retranchant C_{ext}

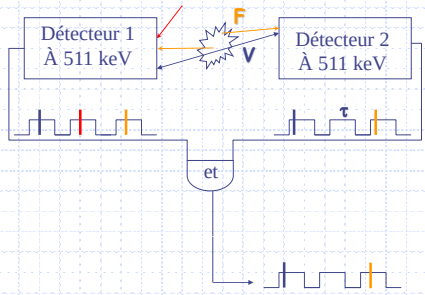
2- A partir des comptages totaux T :
$F = 2.\tau.T(d1)T(d2) \propto A^2$

3- Par fenêtre décalée

Cet artefact ne concerne que l'imagerie en coïncidence TEP

Diapositive masquée

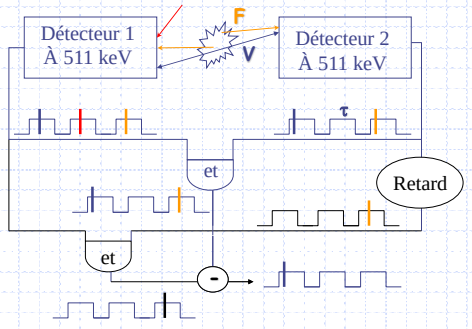
COINCIDENCES FORTUITES



IMAGERIE TRACEURS RADIOACTIFS SCINTIGRAPHIE DIAGNOSTIC THERAPIE RIA DOSIMETRIE

Diapositive masquée

COINCIDENCES FORTUITES



IMAGERIE TRACEURS RADIOACTIFS SCINTIGRAPHIE DIAGNOSTIC THERAPIE RIA DOSIMETRIE

SYNTHESE 2

- Détecteurs de γ : Anger et CZT
- Modes d'acquisition :
  - Planaire, dynamique, corps-entier,
  - tomographique, synchronisé
- Importance de l'effet de volume partiel
  - Détecteur proche du patient
  - Sous estimation de l'activité des structures < 2.FWHM
- Couplage à une TDM (scanner X) :
  - Pour correction des artefacts d'atténuation
  - Pour localisation anatomique
  - Pour interprétation multimodale

Diapositive masquée

SYNTHESE 2 bis

	TEMP γ	TEMP-CZT γ	TEP β^+
Marqueur	A ↑ T≈h	A ↑ T≈h	A ↓ T≈min
Marquage	*complexe* $^{99}_{43}Tc$	*complexe* $^{99}_{43}Tc$	$^{18}_{9}F$
Nb. traceurs	↑↑	↑↑	↑
Images	2D, 3D, ±CA, TDM	3D, ±CA, TDM	3D, CA, TDM
Résolution	10 mm	5 mm	5 mm
Sensibilité	↑	↑↑	↑↑
Quantification	relative	relative ± absolue	absolue
Irradiation	1-20 mSv	1-20 mSv	1-20 mSv

Principales scintigraphies diagnostiques

Reconnaître les captations physiologiques des traceurs en scintigraphie et tomographie par émission de positrons (TEP)

Identifiant	
Intitule	Reconnaître les captations physiologiques des traceurs en scintigraphie et tomographie par émission de positrons (TEP)
Domaine d'apprentissage	Iconographie
Compétence générique	Réfléxif

Identifier l'examen d'imagerie médicale pertinent pour le diagnostic/suivi d'une pathologie

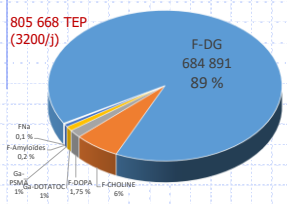
Identifiant	
Intitule	Identifier l'examen d'imagerie médicale pertinent pour le diagnostic/suivi d'une pathologie
Domaine d'apprentissage	Stratégie diagnostique
Compétence générique	Réfléxif

Catégorie : Attendu d'apprentissage

France, 2022: 1,9 10^6 patients pris en charge

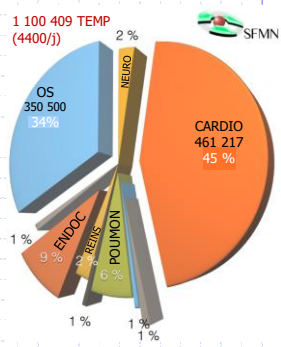
593 CAMERAS: 416 TEMP + 177 TEP
150 centres de médecine nucléaire
673 Médecins nucléaires + 133 DES

805 668 TEP
(3200/j)



THERAPIE : 11 624 patients (46/j)
- 9703 ^{131}I THYROÏDE (83%)
- 814 ^{90}Y MICROSPHERES (7%)
- 613 ^{177}Lu PSMA (5%)
- 494 ^{177}Lu DOTATOC (4%)

1 100 409 TEMP
(4400/j)



https://www.cnp-mn.fr/sfmn-accueil/enquete_nationale_annuelle/

DEROULEMENT D'UN EXAMEN

médication, stress…
IV*

TEMP

0 - 3 h (24h) | ½ h acquis. | **Consultation**

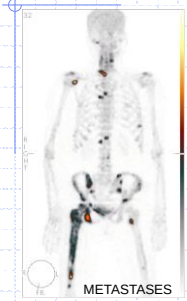
Dextro (si FDG)
IV*

TEP

0 - 1 h repos | ¼ h acquis. | **Consultation**

A jeun de 6h

REMODELLEMENT OSSEUX

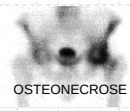


METASTASES

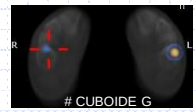
BIPHOSPHONATE- ^{99m}Tc

NORMAL

^{18}F-Na



OSTEONECROSE

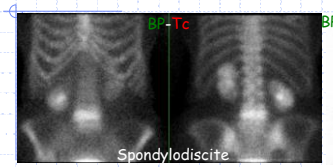


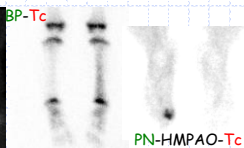
CUBOIDE G

BIPHOSPHONATE- ^{99m}Tc

Indications: fracture, algodystrophie, tumeur, infection, nécrose, arthrite…

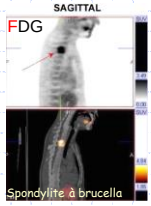
INFECTIONS et INFLAMMATIONS

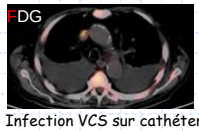




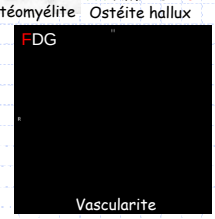
Ostéomyélite

PN-HMPAO-Tc
Ostéite hallux

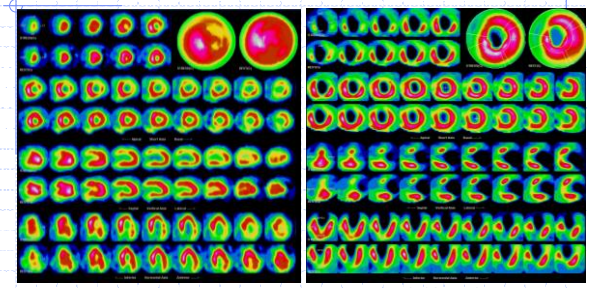




Infection VCS sur cathéter



PERFUSION MYOCARDIQUE

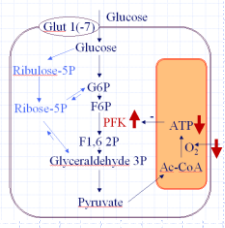


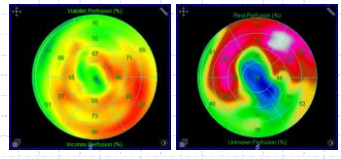
ISCHEMIE ANTERO-LATERALE NECROSE APICALE

Traceurs de perfusion myocardique: CATION LIPOPHILE – ^{99m}Tc ou ^{201}Tl

Indications : coronaropathies

VIABILITE MYOCARDIQUE

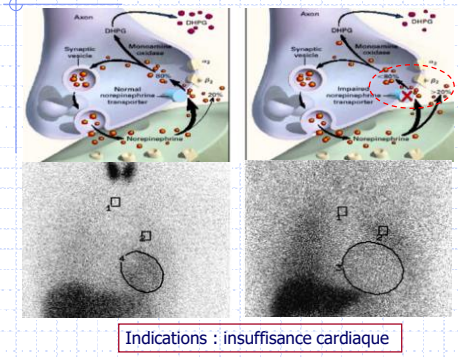




DG – ^{18}F TF – ^{99m}Tc

Traceurs d'ischémie viable: Glu – ^{18}F

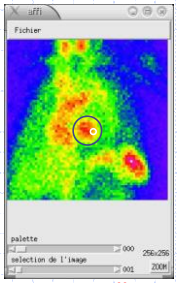
INNERVATION MYOCARDIQUE



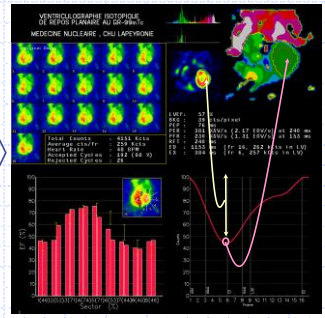
Indications : insuffisance cardiaque

MIBG - ^{123}I
Traceur des neurones adrénergiques viables

CONTRACTION CARDIAQUE

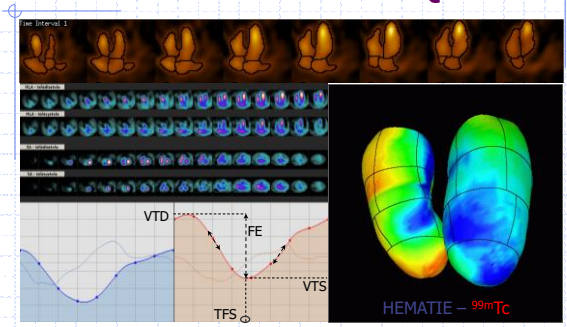


HEMATIE – ^{99m}Tc
Traceur du volume sanguin



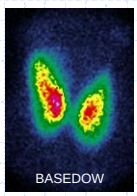
Indications : insuffisance cardiaque

CONTRACTION CARDIAQUE

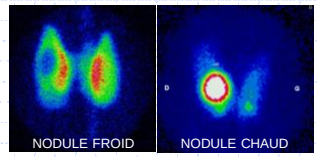


Indications : insuffisance cardiaque

NODULES THYROIDIENS



^{99m}Tc - O_4^-
Traceur thyroïdien



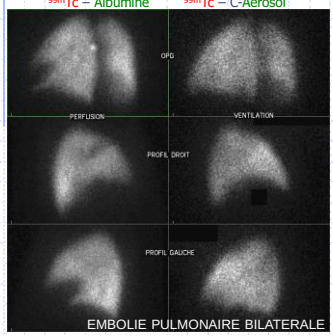
cancer ⇒ souvent froid
chaud ⇒ souvent bénin
} mais une ponction sous échographie est plus efficace

Indications : hyperthyroïdie (iodo-induite, toxique, Basedow), bilan de goitre.
La scintigraphie thyroïdienne n'est plus une indication systématique dans les bilans de nodules

VENTILATION ET PERFUSION PULMONAIRES

PERFUSION
^{99m}Tc – Albumine

VENTILATION
^{99m}Tc – C-Aérosol

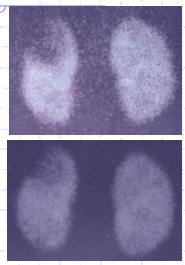


EMBOLIE PULMONAIRE BILATERALE

Indications :

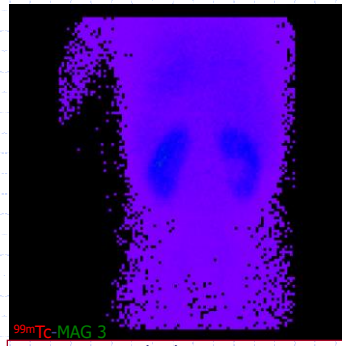
Embolie pulmonaire,
HTAP,
Pré-lobectomie,
Malformations

SCINTIGRAPHIES RENALES



^{99m}Tc-DMSA

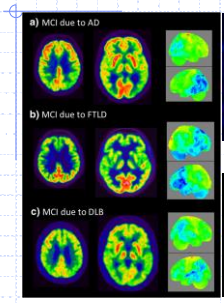
Traceurs de perfusion corticale fixés (DMSA)
ou sécrétés dans l'urine (MAG3)



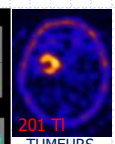
^{99m}Tc-MAG 3

Indications : Pyélonéphrites, obstacles, TA,…

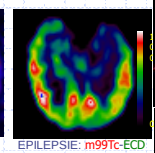
SCINTIGRAPHIES CEREBRALES



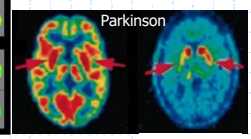
DEMENCES 18F-Glu



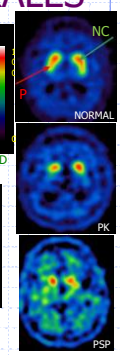
201 Tl
TUMEURS



EPILEPSIE: m99Tc-ECD



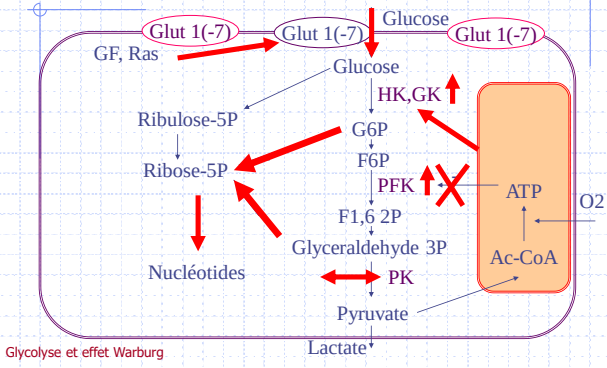
18F-DG 18F-DOPA



123I- ioflupane

Indications : Démences, Parkinson épilepsies, tumeurs.

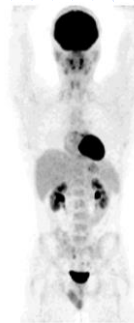
CANCERS PEU DIFFERENCIES



Glycolyse et effet Warburg

IMAGERIE TRACEURS RADIOACTIFS SCINTIGRAPHIE DIAGNOSTIC THERAPIE RIA DOSIMETRIE

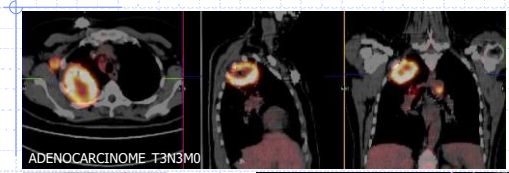
Métabolisme du ^{18}FDG

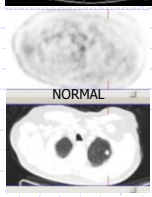


- Hyperfixation en cas de :
  - Hypoxie
  - Inflammation ou infection (risque de FP)
  - Cancer (peu différencié)
- Risque de faux négatifs si cancer :
  - très différencié, pauci-cellulaire
  - infra-centimétriques (volume partiel)
- Indications de la TEP-^{18}FDG :
  - Diagnostic, bilan d'extension, suivi de cancers
    - Pleuro-pulmonaires, lymphomes, ORL, mélanome, digestifs, thyroïde, sarcome, gynécologique…; Suivi 3 mois après radioT., 3 semaines post chimioT
  - Cardiologie (viabilité), neurologie (démences, épilepsie), infection/inflammation (fièvres, vascularites,…)

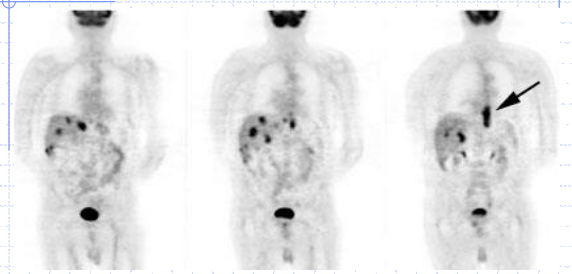
IMAGERIE TRACEURS RADIOACTIFS SCINTIGRAPHIE DIAGNOSTIC THERAPIE RIA DOSIMETRIE

EXEMPLES DE TEP ^{18}FDG



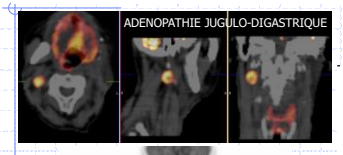


EXEMPLES DE TEP ^{18}FDG



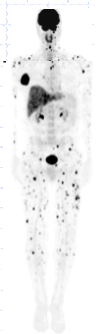
METASTASES HEPATIQUES D'UN CANCER DE L'OESOPHAGE

EXEMPLES DE TEP ^{18}FDG



ADENOPATHIE JUGULO-DIGASTRIQUE

NEO LARYNX + ADN + T2N2M0 LSD



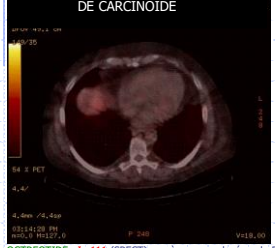
MELANOME

LYMPHOME
DE HODGKIN

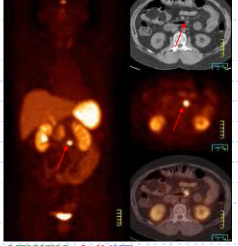
CANCERS TRES DIFFERENCIES

OCTREOTIDE: Traceur des récepteurs à la somatostatine de tumeurs neuroendocrines thymiques, pulmonaires, digestives (estomac, pancréas), paragangliomes; méningiomes…

METATSTASES
DE CARCINOIDE



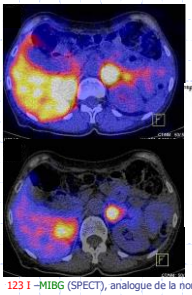
OCTREOTIDE - In 111 (SPECT) peu à peu remplacé par le PET

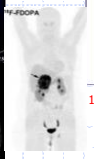


OCTREOTIDE – Ga 68 (PET)

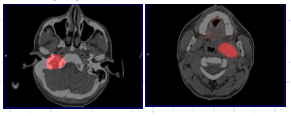
CANCERS TRES DIFFERENCIES

MIBG et DOPA : Traceurs des cellules adrénergiques: neuroblastome, CMT, Phéochromocytome, paragangliomes..





18F-DOPA (PET)

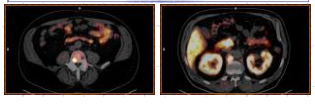


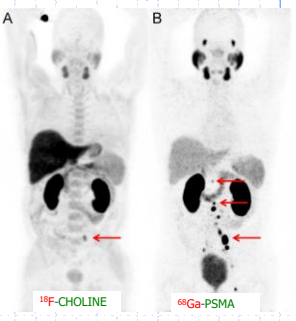
123 I –MIBG (SPECT), analogue de la noradrénaline

CANCERS TRES DIFFERENCIES

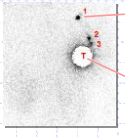
CHOLINE: AA traceur de division cellulaire (Mb) Récidives de cancers de prostate, foie,...

PSMA: ligand inhibiteur du PSMA, protéine transmembranaire ↑ ADC prostate

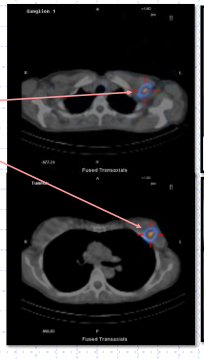




DETECTION PEROPERATOIRE



99mTc-nanocolloïde



SYNTHESE 3

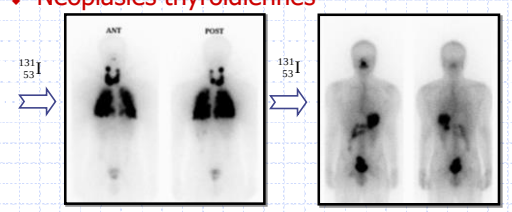
- Rhumatologie : BP, ostéoblastose (sensibilité ↑↑)
  - i = fractures, tumeurs, nécrose, arthrites…
- Infections : Polynucléaires, BP, FDG, Gallium…
- Cardiologie : perfusion et fonction systolique
  - Coronaropathies et insuffisance cardiaque (MIBG, ventriculographie)
- Thyroïde : hyperthyroïdie et bilan de goitres
- Pneumologie : perfusion et ventilation
  - Embolie pulmonaire, HTAP, pré-opératoire, malformations
- Néphrologie : infection et fonction excrétrice
- Neurologie : Perfusion (démences, épilepsie), tumeur, PK
- Cancérologie
  - Différenciée: somatostatine (neuroendocrine) & MIBG (paragangliome)
  - Indifférenciée : FDG pour diagnostic, BE et suivi de cancers
    - pulmonaires, lymphomes, ORL, digestif, mélanome…
  - Ganglions sentinelles : sein, ORL, mélanome, prostate…

THERAPIE METABOLIQUE

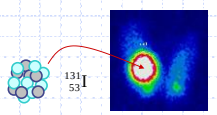
Cancers thyroïdiens, hyperthyroïdie,
Synoviorthèses,
Métastases osseuses,
Lymphomes, tumeurs cérébrales…

RADIOTHEAPIE METABOLIQUE β^-

- Néoplasies thyroïdiennes



- Hyperthyroïdies



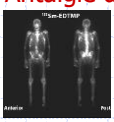
RADIOTHEAPIE METABOLIQUE β^-

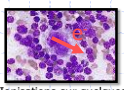
- Synoviorthèses
  - injection intra-articulaire sous scopie
  - irradiation de l'hyperplasie synoviale
  - indications : monoarthrites inflammatoires non aigües
  - 3 radioisotopes β^- : erbium, rhénium et yttrium *
    - $^{169}_{68}Er$ ($\bar{E} = 100$ keV ⟹parcours moyen des e^- ≈ 0,5 mm)
      - doigts
    - $^{186}_{75}Re$ ($\bar{E} = 326$ keV ⟹ parcours moyen des e^- ≈ 2 mm)
      - épaules, coudes, poignets, chevilles
    - $^{90}_{39}Y$ ($\bar{E} = 939$ keV ⟹ parcours moyen des e^- ≈ 5 mm)
      - hanches, genoux

* Rappel : P (mm) ≈ E(keV)/200

RADIOTHEAPIE METABOLIQUE β^-

- Antalgie de métastases osseuses





Ionisations sur quelques mm:Metastron®
AMM, ASMR V, non remboursé.

$^{153}_{62}Sm$

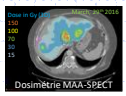
$^{89}_{38}Sr$

+BP

- ^{177}Lu-DOTATE (Lutathéra®)

  Thérapie des TNE fixant le ^{68}Ga-DOTATE
- ^{177}Lu-PSMA (sous ATU) Cancers de prostate négatifs en choline
- Radiothérapie interne vectorisée hépatique

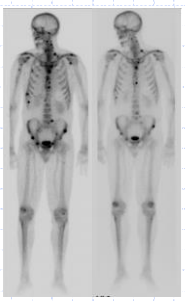
$^{90}_{39}Y$ - Micro Sphères



RADIOTHEAPIE METABOLIQUE α

- Traitement des métastases de cancers de prostate par le $^{223}_{88}Ra$ (α)

Xofigo®: AMM, agréé collectivités mais ASMR IV (+3 mois survie): non pris en charge par la sécurité sociale en France



DOSAGES DE LABORATOIRE

Radio Immuno Analyse (RIA)

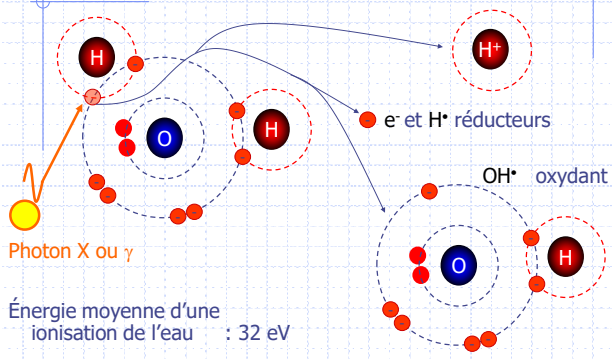
DOSAGES RADIOIMMUNOLOGIQUES

- Liaison Récepteur-Ligand* : spécifique
- Sensibilité < picomole

- 10-20 % des dosages :
  - Hormones (ACTH et cortisol, rénine et aldostérone, gastrine, PTH, ostéocalcine)
  - Vitamines (D), peptides, marqueurs tumoraux

RISQUE DOSIMETRIQUE

RAYONNEMENTS IONISANTS



Énergie moyenne d'une ionisation de l'eau : 32 eV

DOSIMETRIE

Quelques références [1] :

Irradiation naturelle moyenne :
France : 1-6 mSv/an ($\bar{E}$ =2,5)
Ramsar (Iran) : 250 mSv/an

CT injecté [2] : 20 mSv

Procédé	Dose efficace (mSv)
Rayons X: **0,01 – 10 mSv**	
Membres et articulations (sauf hanche)	<0,01
Thorax (vue PA simple)	0,02
Crâne	0,07
Rachis dorsal	0,7
Rachis lombaire	1,3
Hanche	0,3
Bassin	0,7
Abdomen	1,0
UIV	2,5
Déglutition barytée	1,5
TOGD (transit oeso- gastro-duodénal)	3
Transit du grêle	3
Lavement baryté	7
TDM crânienne	2,3
TDM thoracique	8
TDM abdominale ou pelvienne	10
TDM TAP non diagnostique	7
Scintigraphie	**0,3 – 6 mSv**
Ventilation pulmonaire (Xe-133)	0,3
Perfusion pulmonaire (Tc-99m)	1
Rein (Tc-99m)	1
Thyroïde (Tc-99m)	1
Os (Tc-99m)	4
Exploration dynamique cardiaque (Tc-99m), MIBG	6
TEP pour crâne (18F-FDG)	5

Au niveau mondial :
202 10^3 homme.Sv pour 33 . 10^6 scintigraphies (5 %)
4000 10^3 homme.Sv pour 3600 . 10^6 radiographies (95 %)

[1] http://www.unscear.org/unscear/en/publications/2008_1.html
European Commission. Radiation protection 118: Referral guidelines for imaging.Office for Official Publication of the EC; 2001.
[2] Rapport DRPH/SER n°2010-12 ; Rapport DRPH/SER n°2010-12

SYNTHESE 4

- Radiothérapie métabolique vectorisée :
  - Cancers thyroïdiens différenciés, hyperthyroïdies
  - Antalgie de métastases osseuses ostéocondensantes
  - Traitement anti-inflammatoire de monoarthrites
  - Traitements spécifiques: lymphomes, craniopharyngiomes…
- RIA : sensibilité ≈ picomole
- Dosimétrie
  - En général de 0,5 à 10 mSv
  - Du même ordre que celle engagée en radiologie et tdm (X)

CONCLUSION

- Imagerie fonctionnelle et métabolique :
  - physiologique, non invasive et peu irradiante
  - couvrant toutes les spécialités médicales
  - rôle essentiel dans le diagnostic et le traitement
  - impliquant des équipes multidisciplinaires
    - paramédicaux, techniciens, médecins, pharmaciens,
    - physiciens, chimistes, informaticiens…
- En fort développement :
  - Recherche : radio-traceurs, protocoles, caméras…
  - Économique :
    - + 11% de TEPs / an en moyenne depuis 2013
    - + 5% de patients pris en charge / an en moyenne
- Usage civil des technologies nucléaires

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Imagerie médicale. Radiologie et médecine nucléaire. Réussir son DFASM - Connaissances clés 3 édition. Elsevier Masson.
Collège des enseignants de radiologie de France, CNEBMN Collège National des Enseignants de Biophysique et de Médecine Nucléaire

http:\\scinti.edu.umontpellier.fr/enseignements/cours/