

Activité minimale injectable pour les traceurs TEP «hors FDG»

Exemple de la FDOPA dans les TNE du grêle

A. Dieudonné, C. Rahhali, R. Lebtahi
Service de médecine nucléaire, Hôpital Beaujon
Beaujon Imagerie Moléculaire

Pourquoi déterminer l'activité minimale injectable ?

Optimisation

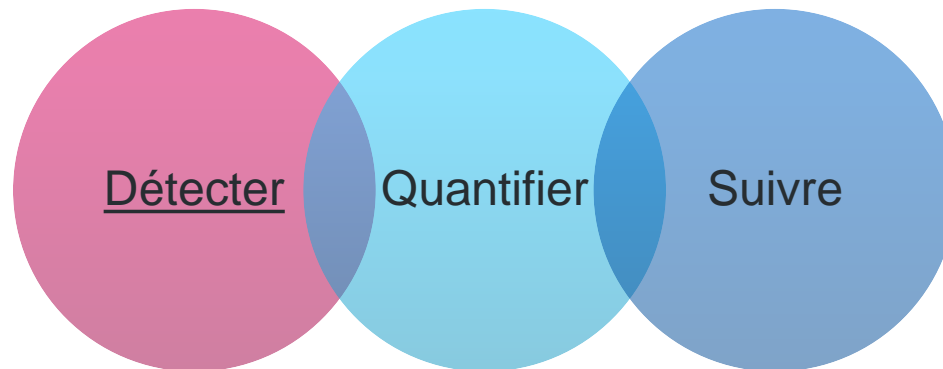
Temps d'acquisition
/ Confort du patient

Coût du RP

Radioprotection
patient / personnel

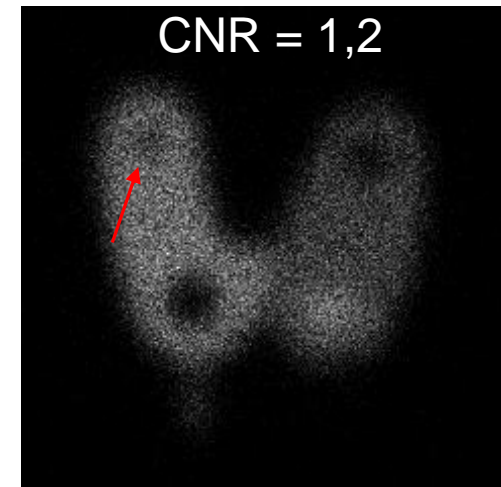
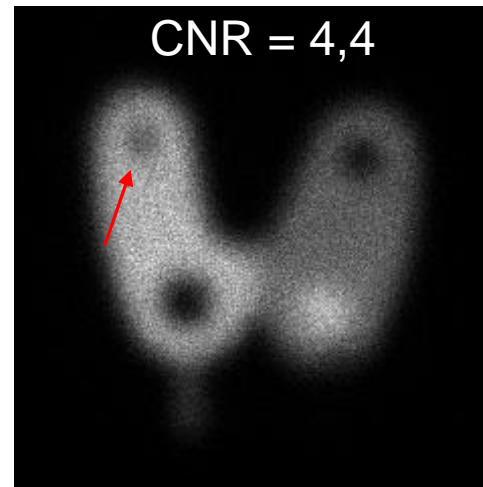
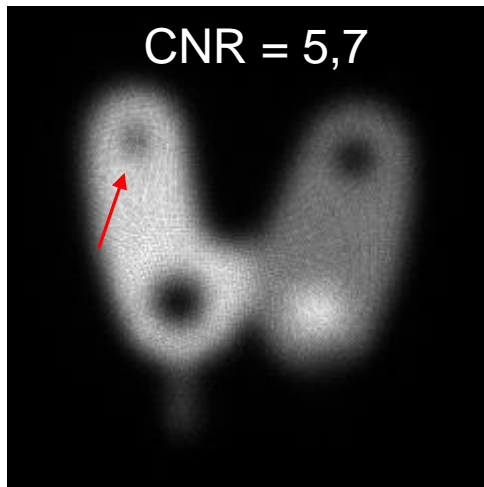
Objectifs de l'examen

1. Détecter les anomalies de fixation
2. Quantifier (SUV, volume...) le niveau de fixation
3. Suivre l'évolution



DéTECTABILITÉ

- La détectabilité d'un objet peut être mesurée par le rapport contraste sur bruit (CNR)
- Critère de Rose : Le CNR d'un objet doit être supérieur à 5 pour que celui-ci soit détectable à 100%.



Contraste

$$C = \frac{\text{captation mesurée de l'objet} - \text{captation fond}}{\text{captation mesurée de l'objet} + \text{captation fond}}$$



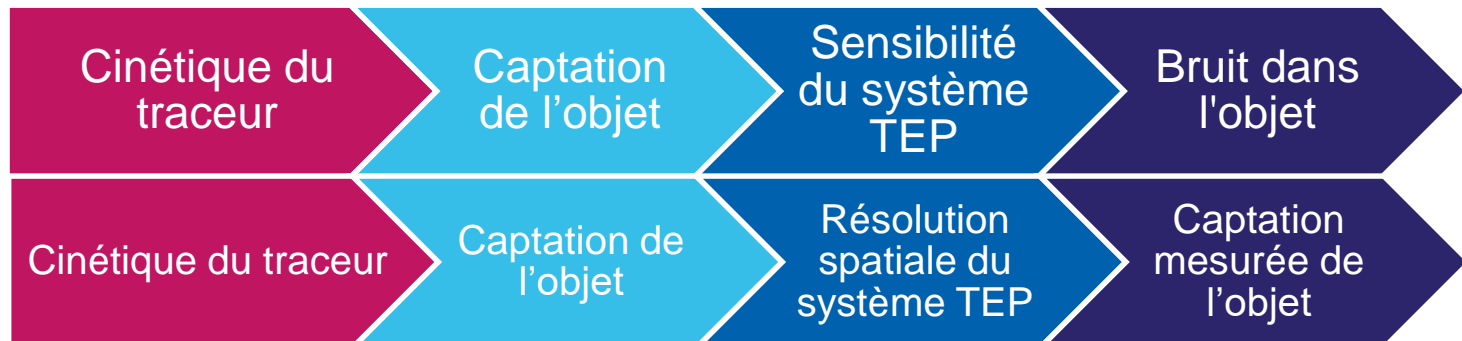
Rapport signal sur bruit (SNR)

$$SNR = \frac{\textit{captation mesurée de l'objet}}{\textit{bruit mesuré dans l'objet}}$$



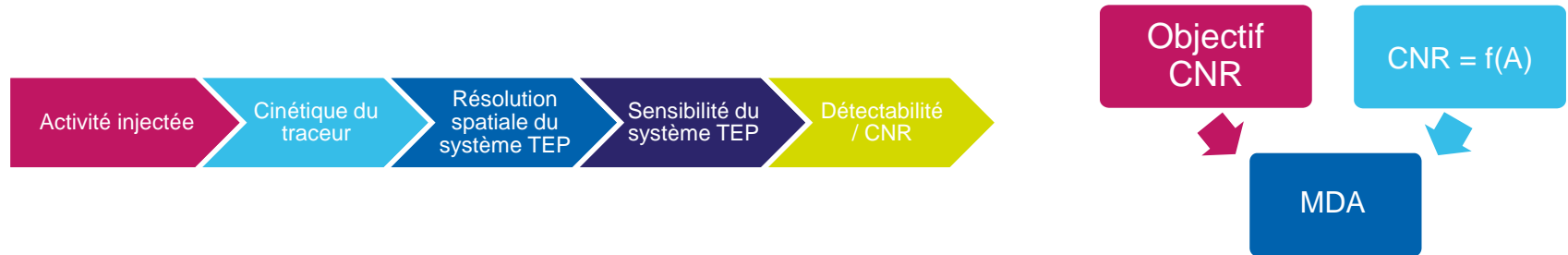
Rapport contraste sur bruit (CNR)

$$CNR = \frac{\text{captation mesurée de l'objet} - \text{captation fond}}{\text{bruit mesuré dans l'objet}}$$



Activité minimale détectable (MDA)

■ Approche CNR



➤ Réalisable sur fantômes, mais difficilement transposable au patient

Bao Q, Chatziioannou AF. Estimation of the minimum detectable activity of preclinical PET imaging systems with an analytical method. *Medical Physics*. 2010;37(11):6070-6083.

Activité minimale détectable (MDA)

■ Approche NECR



➤ Nécessite grande quantité de données, pas de prise en compte du contraste

Chang T, Chang G, Kohlmyer S, Clark JW, Rohren E, Mawlawi OR. Effects of injected dose, BMI and scanner type on NECR and image noise in PET imaging. *Physics in medicine and biology*. 2011;56(16):5275-5285.

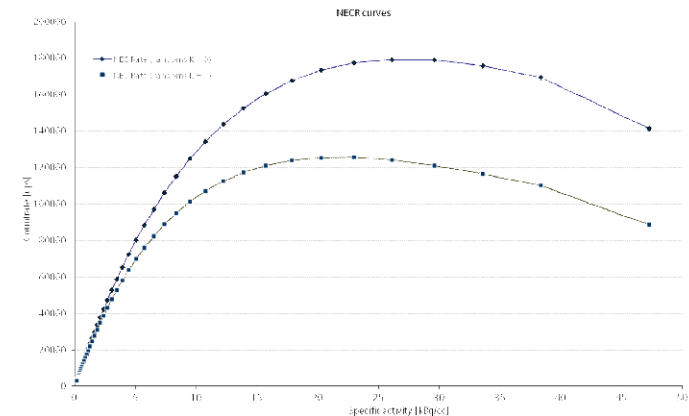
Carlier T, Ferrer L, Necib H, Bodet-Milin C, Rousseau C, Kraeber-Bodéré F. Clinical NECR in 18F-FDG PET scans: optimization of injected activity and variable acquisition time. Relationship with SNR. *Physics in medicine and biology*. 2014;59(21):6417-6430.

Noise equivalent count-rate (NECR)

- Indicateur de qualité d'image
- Lié au SNR dans l'image reconstruite
- « peak NECR » : taux de comptage optimal du système
- Le NECR permet de trouver le taux de comptage/l'activité injectée permettant de maximiser le SNR dans un objet homogène
- Selon le type de traceur il faudra s'approcher plus ou moins du peak NECR pour avoir une détectabilité optimale ($CNR > 5$)
 - ▶ Avec un traceur très sensible et très spécifique nous aurons moins besoin de nous approcher du peak NECR que pour un traceur peu sensible et peu spécifique

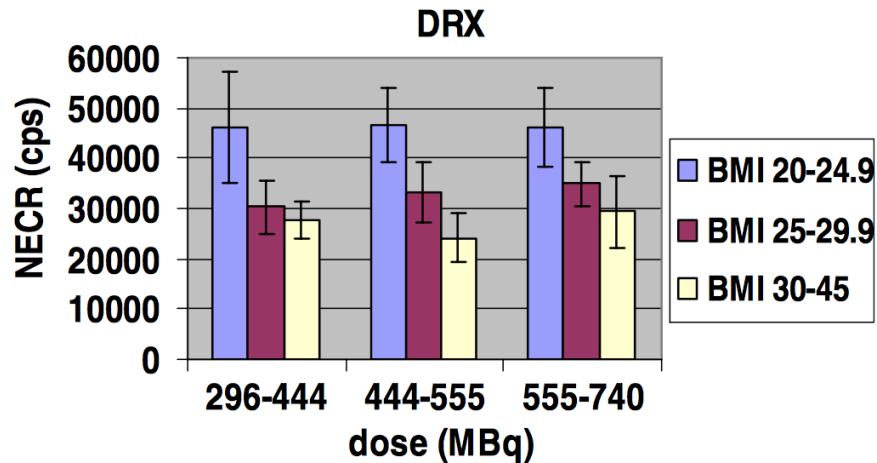
Count rate/NECR and Scatter test curves

Noise equivalent count rate is shown below, specifications are read for $K=0$ and $K=1$. Other curves show true, random, scattered and total coincidence rates. Start activity was 1072,73 MBq.



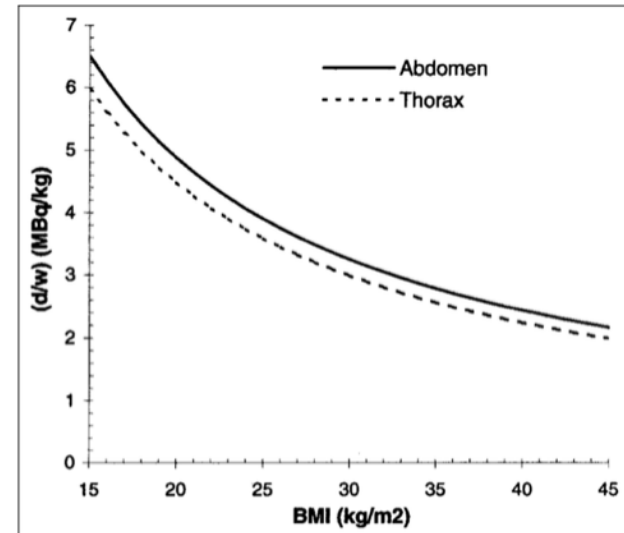
Relation NECR / activité injectée / BMI pour le FDG

- NECR en fonction de l'activité injectée et du BMI



Chang et al. *Phys Med Biol.*
2011;56(16):5275-5285.

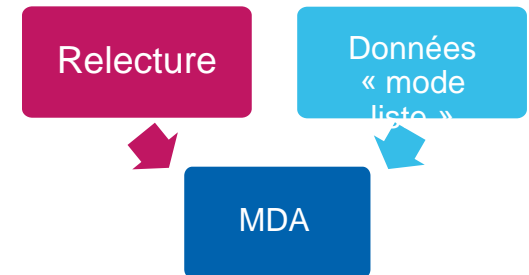
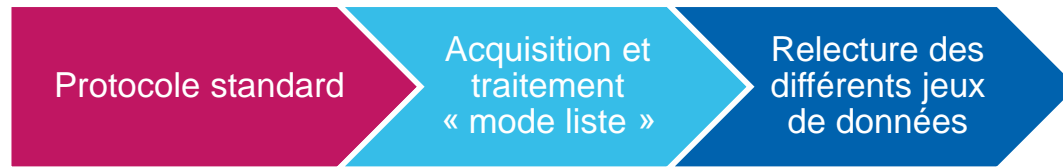
- Posologie permettant d'atteindre le « peak NECR »



Lartzien *J Nucl Med.*
2002;43(9):1268-1278.

Activité minimale détectable (MDA)

■ Approche empirique



➤ Approche subjective, nécessite un consensus

Traitement données « mode liste »

Acquisition ML

4 MBq/kg 180 s/pas



Traitement ML

60 s/pas



Si on néglige la cinétique du traceur lors de l'acquisition, cela équivaut à :

4 MBq/kg 60 s/pas
ou
2 MBq/kg 120 s/pas
2,4 MBq/kg 100 s/pas
3 MBq/kg 80 s/pas

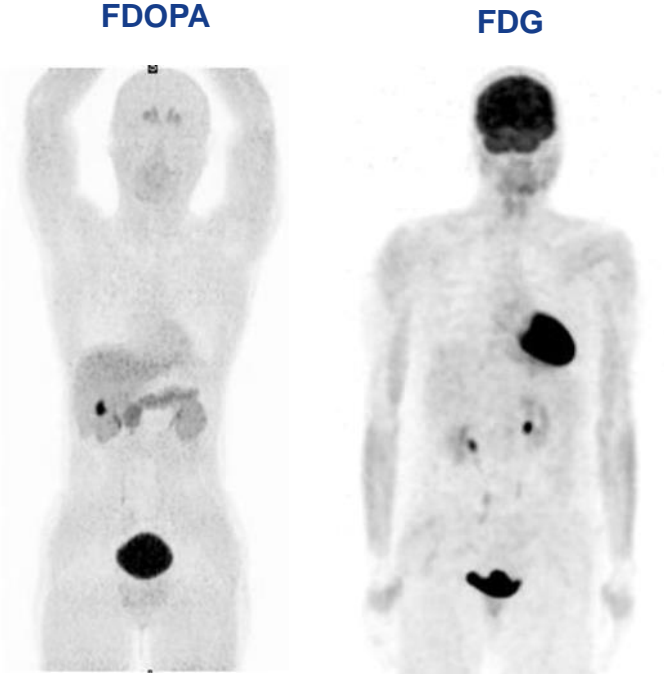
...

FDOPA

- Dans les TNE, la FDOPA explore par imagerie le métabolisme des AA
- Biodistribution de la FDOPA : noyaux gris centraux, foie, vésicule biliaire, pancréas, voies urinaires excrétrices, +/- myocarde
- FDOPA très performant pour les bilans d'extension des TNE du grêle avec fixation très intense au niveau de ces tumeurs et métastases
- Détection très précoce par rapport à l'imagerie morphologique et ^{111}In -octréoscan

EANM 2012 guidelines for radionuclide imaging of pheochromocytoma and paraganglioma

The recommended administered activity is 185–222 MBq (5–6 mCi) in adults and 5 MBq/kg (0.14 mCi/kg) in children.



Recommandations activité fixe

Profil de captation différent du FDG

Coût / Approvisionnement



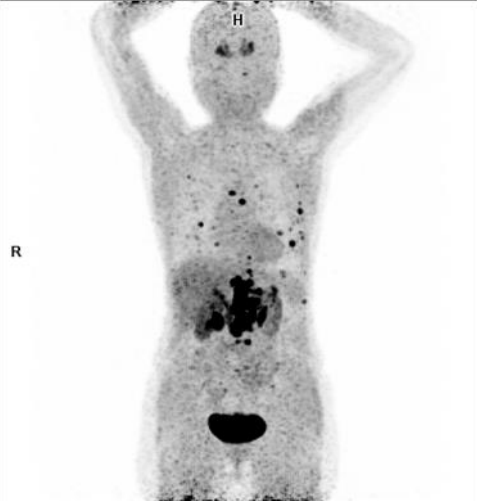
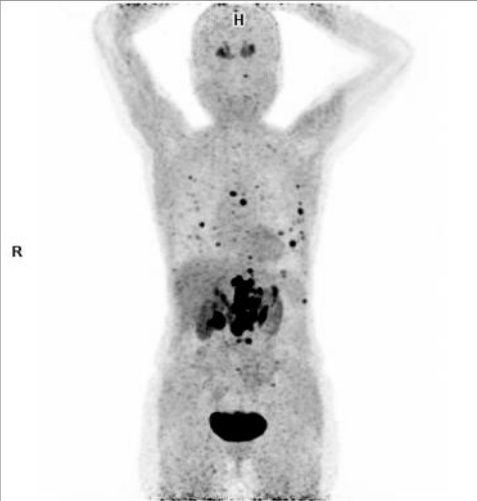
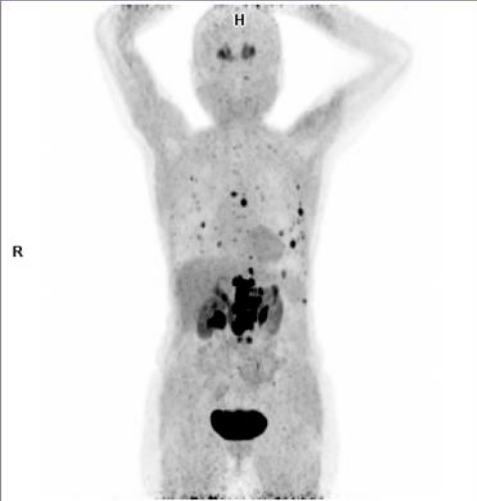
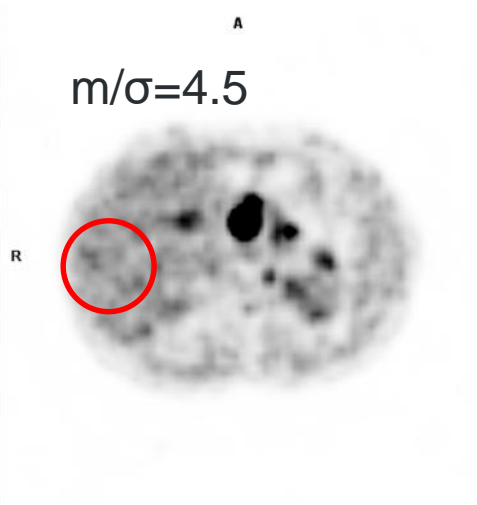
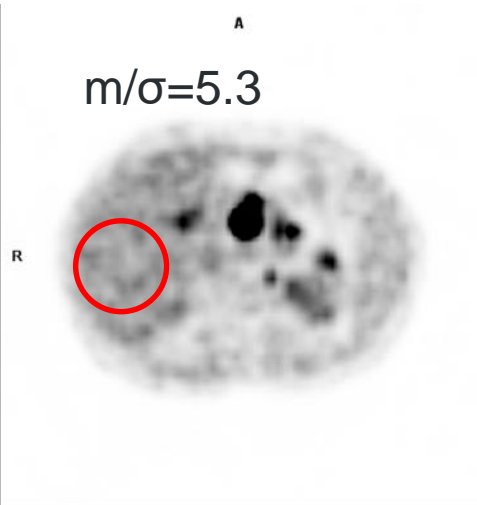
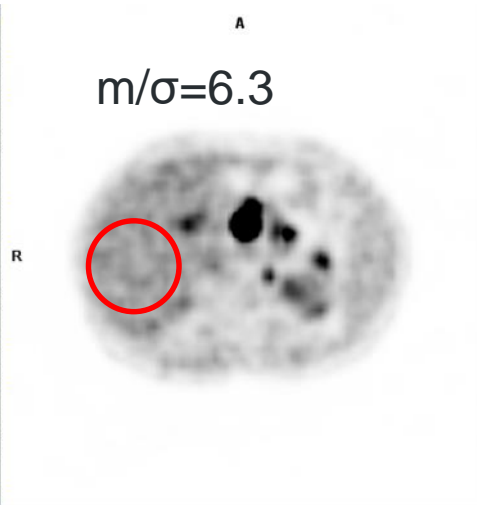
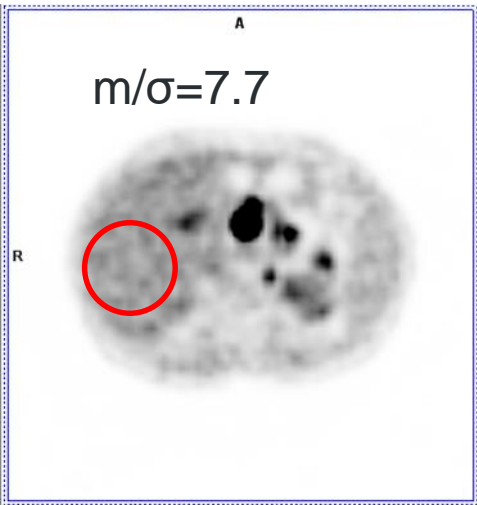
Nécessité d'optimisation

Matériels/Méthodes

- Siemens mCT Flow 20 (installation 2015)
- Reconstruction : TOF, PSF, 200x200, 24 se, 3 it, FWHM 5 mm
- Protocole FDG
 - ▶ Initial : 4 MBq/kg / 180 s/pas
 - ▶ Optimisé par approche empirique : 2,5 MBq/kg / 150 s/pas
- Protocole FDOPA
 - ▶ Initial : protocole FDG 2,5 MBq/kg / 150 s/pas
 - ▶ Objectif : optimisation par approche empirique



P1 : , 70 ans, 42 kg, 1.53 m, 18 kg/m²



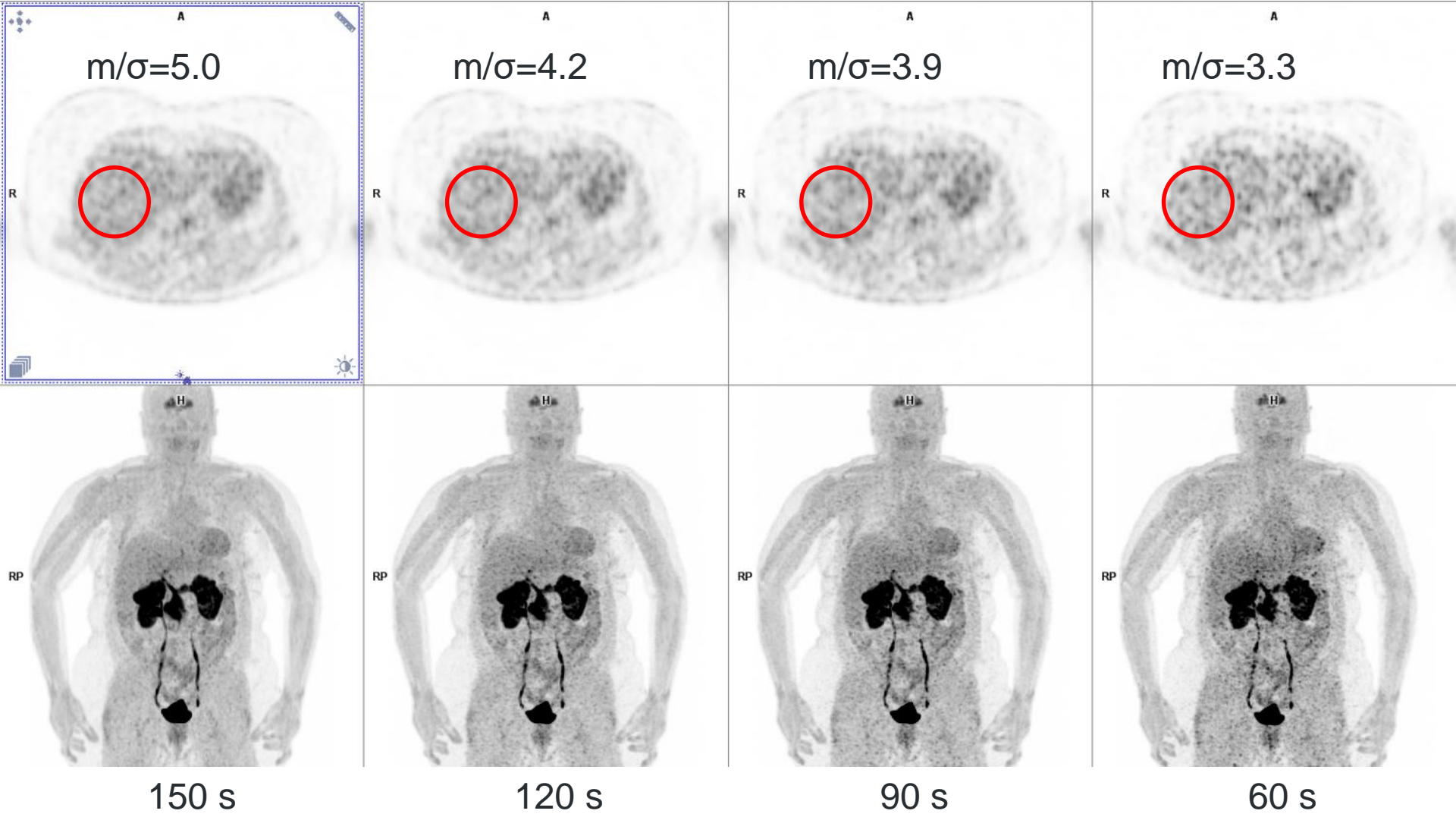
150 s

120 s

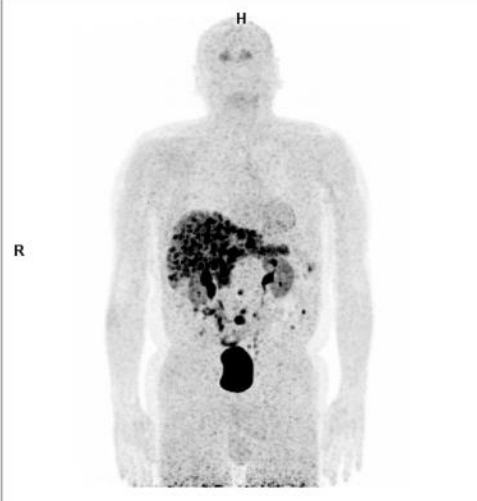
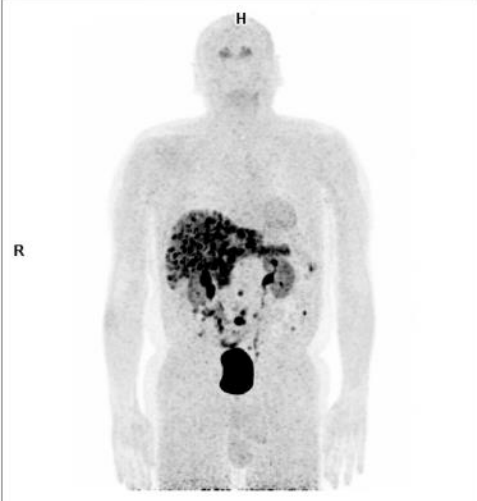
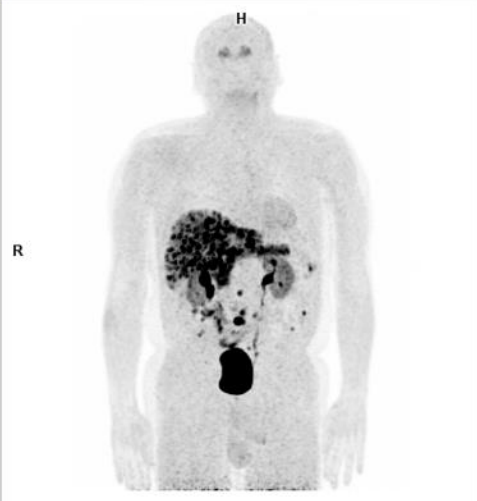
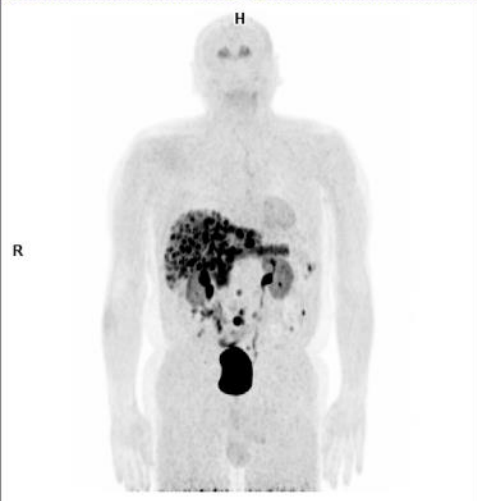
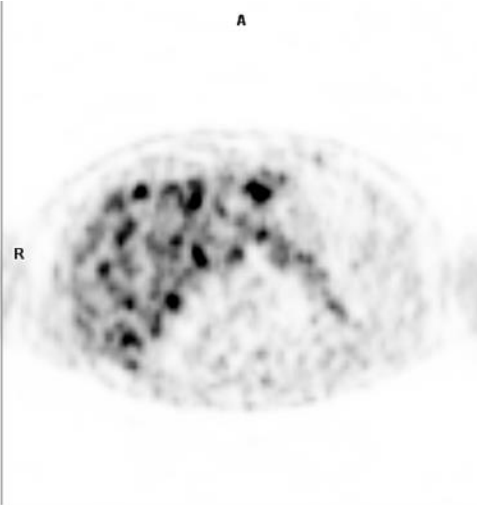
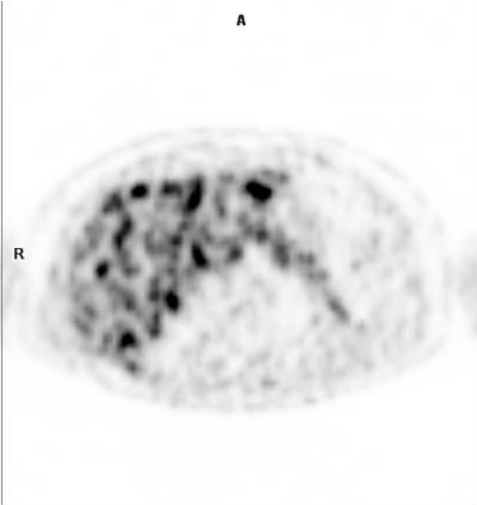
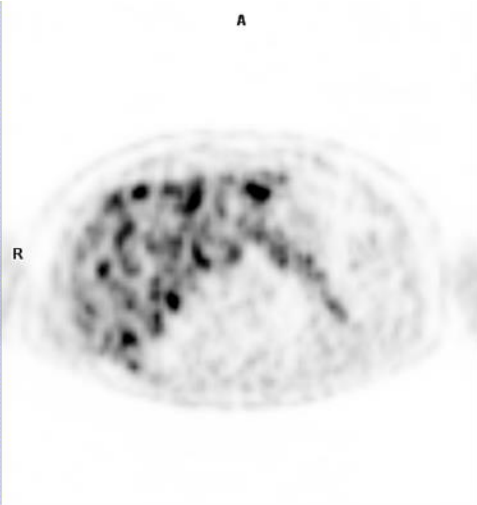
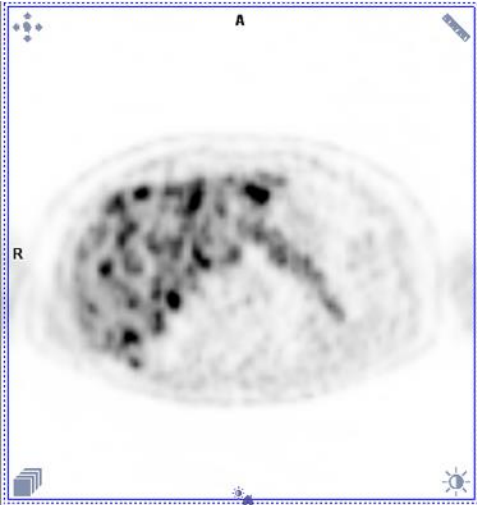
90 s

60 s

P2 : , 67 ans, 95 kg, 1.69 m, 34 kg/m²



P3 : , 56 ans, 73 kg, 1.65 m, 27 kg/m²



150 s

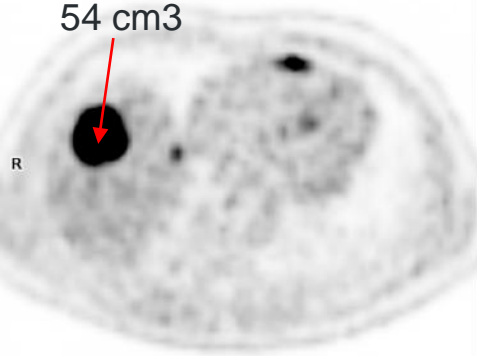
120 s

90 s

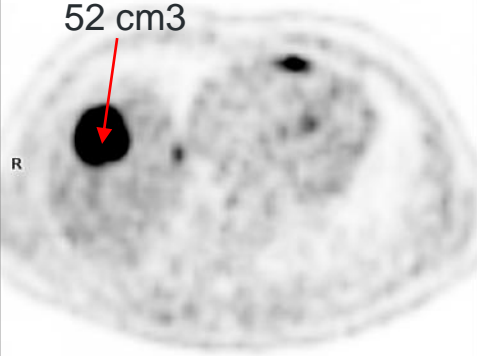
60 s

P4 : , 56 ans, 73 kg, 1.65 m, 27 kg/m²

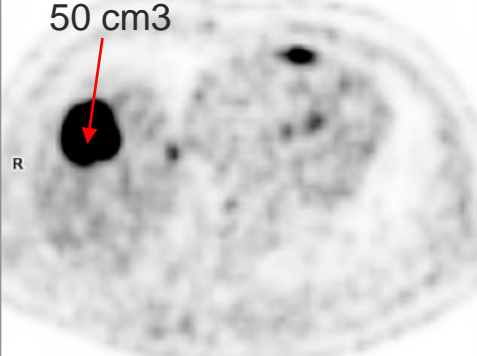
SUVmax 21
SUVmoy 8.5
54 cm³



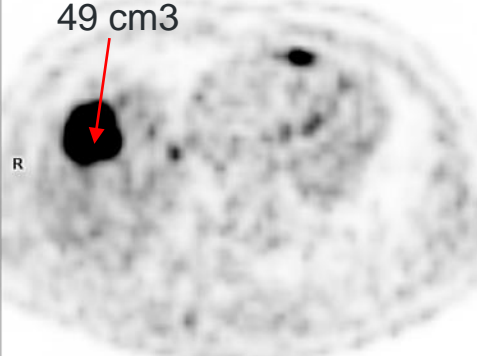
SUVmax 22
SUVmoy 8.7
52 cm³



SUVmax 23
SUVmoy 8.9
50 cm³



SUVmax 24
SUVmoy 9.1
49 cm³



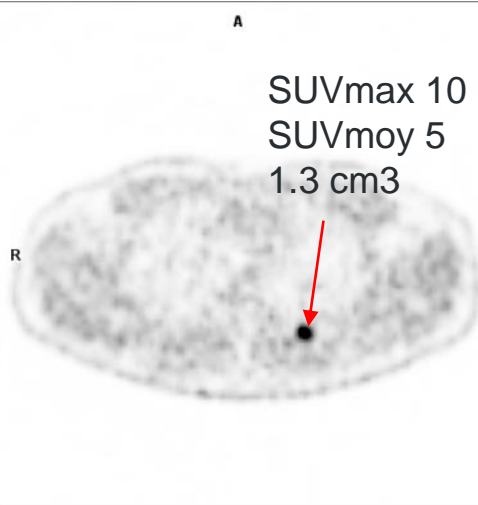
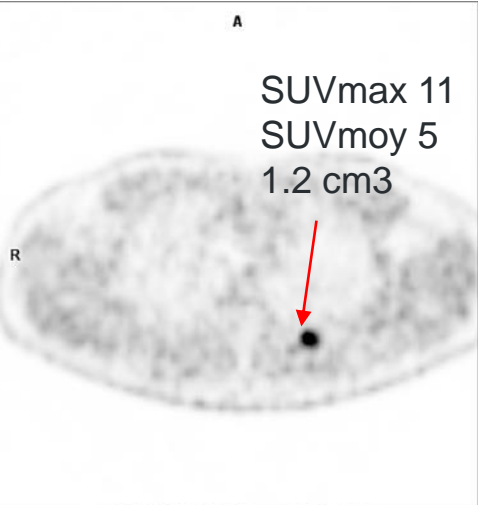
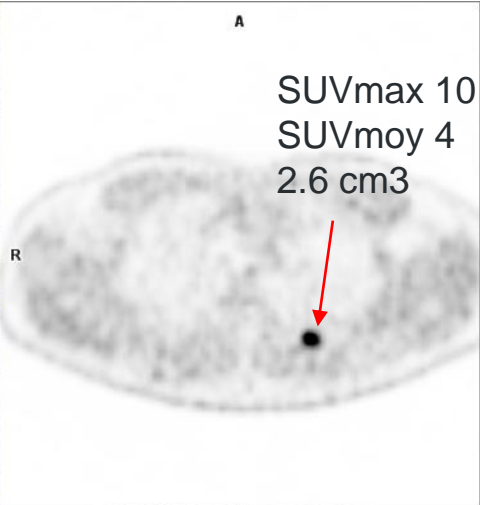
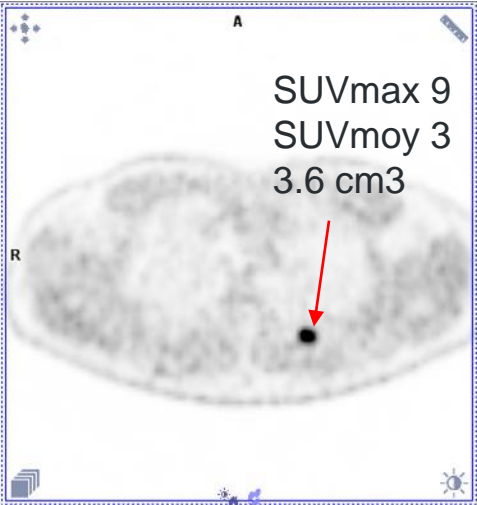
150 s

120 s

90 s

60 s

P5 : , 64 ans, 88 kg, 1.75 m, 29 kg/m²



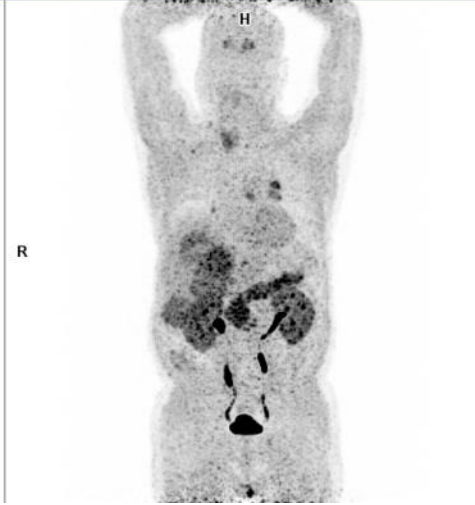
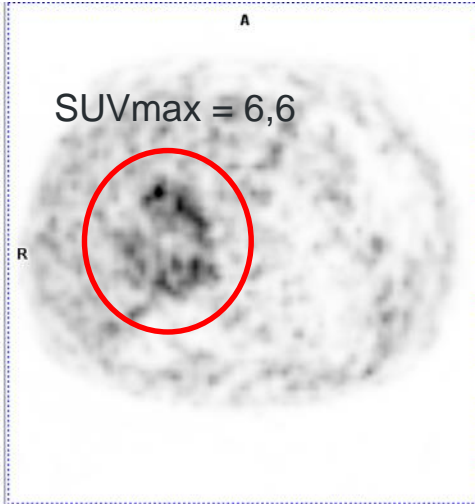
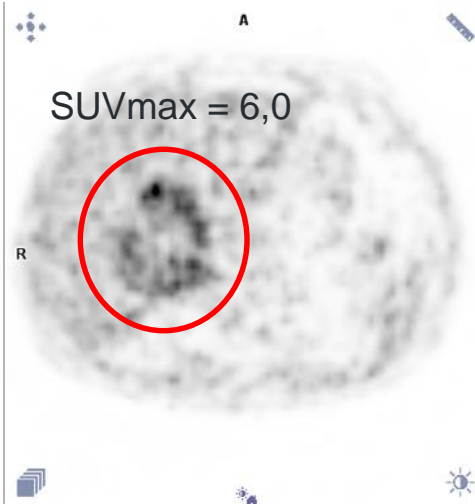
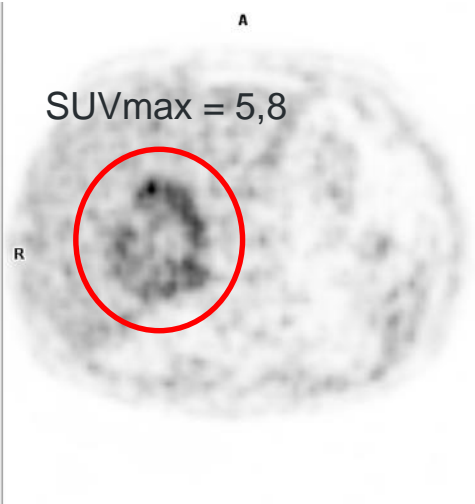
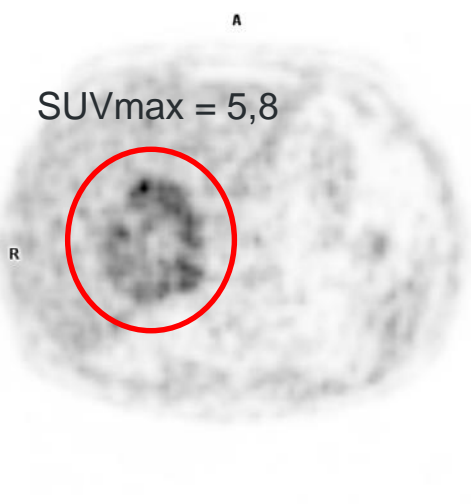
150 s

120 s

90 s

60 s

P6 : , 55 ans, 74 kg, 1.7 m, 26 kg/m²



150 s

120 s

90 s

60 s

Conclusion

- Possibilité de diminuer l'activité injectée
- Après diminution, pas de détérioration de la détectabilité des lésions avides en FDOPA (captation très intense)
- Méthodologie applicable à d'autres RP (FCHOLINE, DOTATOC...)
- Résultats fonction du TEP et de la méthode de reconstruction
- Nécessité de mettre à jour / d'adapter les posologies en fonction des évolutions technologiques