

TEP/IRM

Progrès technologiques et applications cliniques en oncologie digestive

Michaël Soussan

Service de Médecine Nucléaire, HUPSSD, Hôpital Avicenne, Bobigny

IMIV, CEA-Inserm, Université Paris Saclay, Orsay

Aucun lien d'intérêt

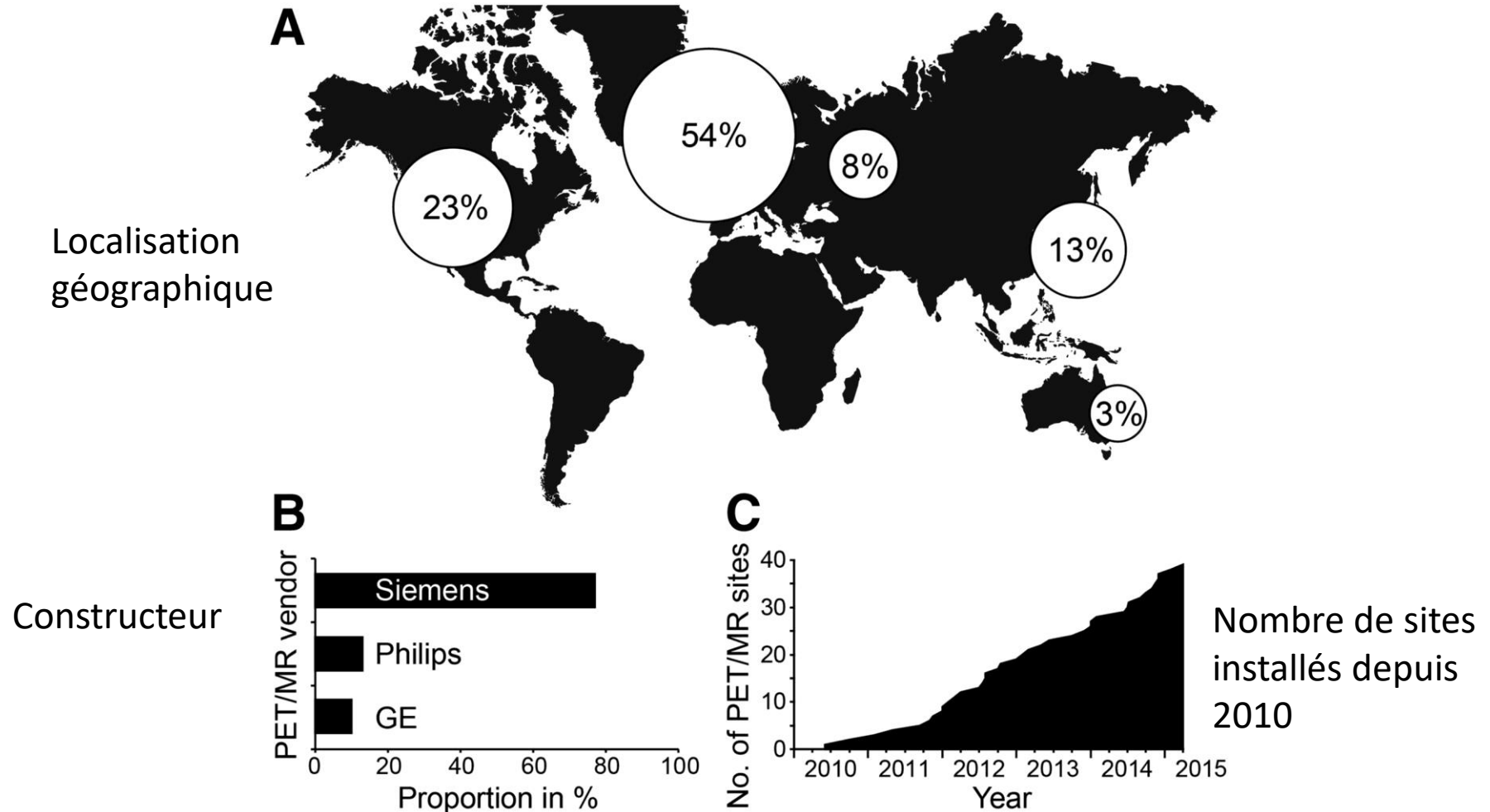
OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

TEP/IRM: connaître

1. Les principes de fonctionnement
2. Les modalités pratiques de réalisation de l'examen
3. L'intérêt actuel en oncologie digestive

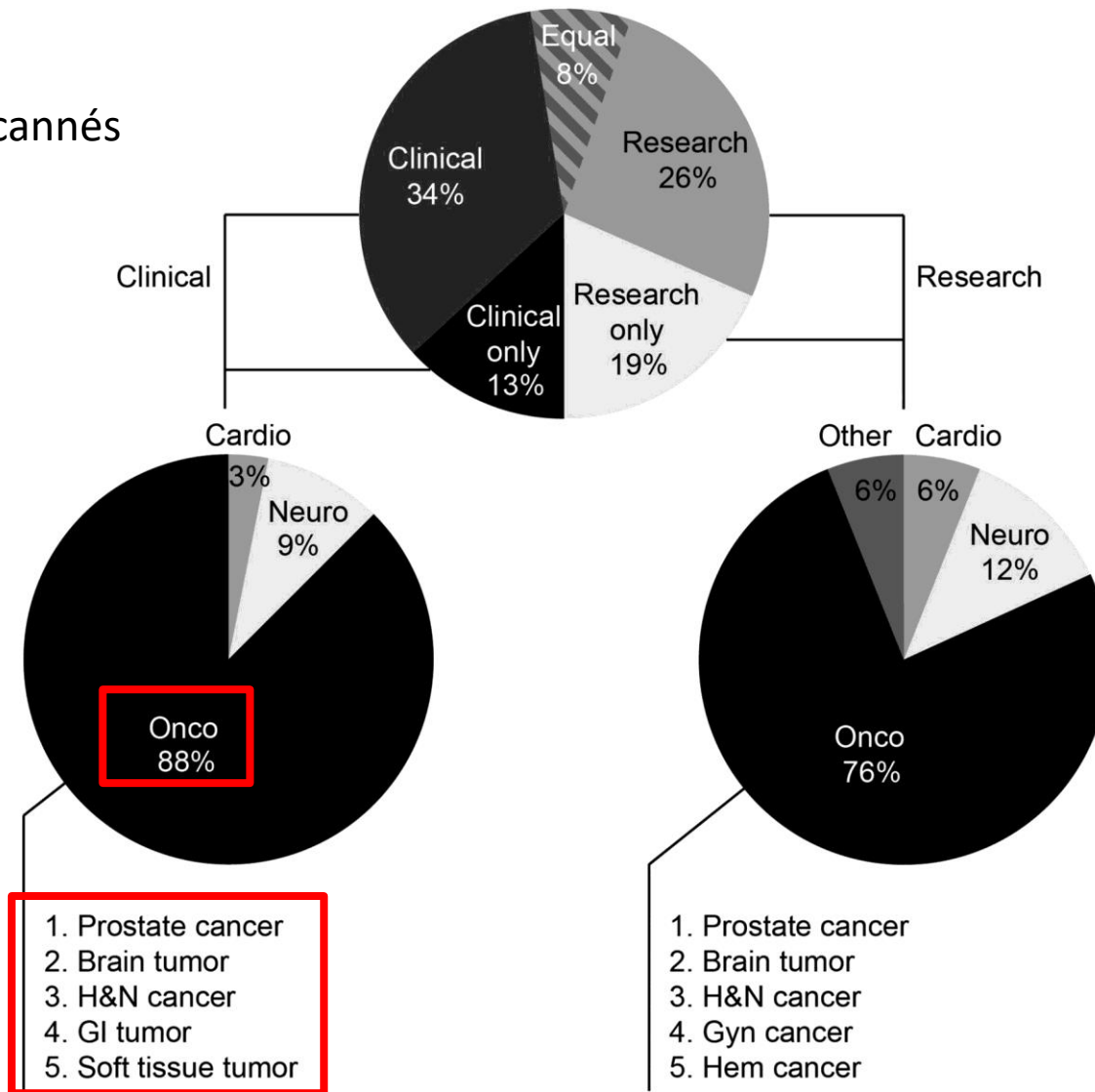
Variations in PET/MRI Operations: Results from an International Survey Among 39 Active Sites

Enquête en ligne sur les utilisateurs de TEP/IRM à travers le monde. **Juin à Octobre 2015.**



Applications cliniques et de recherche

44,706 patients scannés
sur les **39 sites**

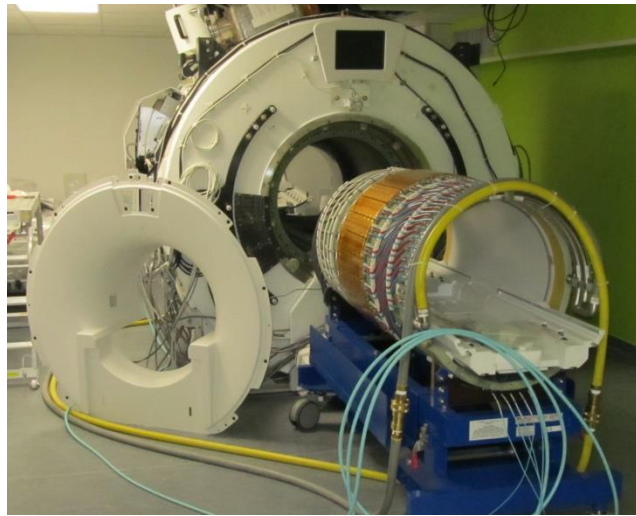


TEP/IRM: 3 générations de systèmes

1. Mode séquentiel (Philips)
2. Mode hybride simultané sans Temps de vol (Siemens)
3. **Mode hybride simultané avec Temps de vol (GE)**
 - 2 systèmes installés en France (CEA-SHFJ et Pitié)



IRM 3T



Insert TEP
FOV axial 25 cm



Système complet

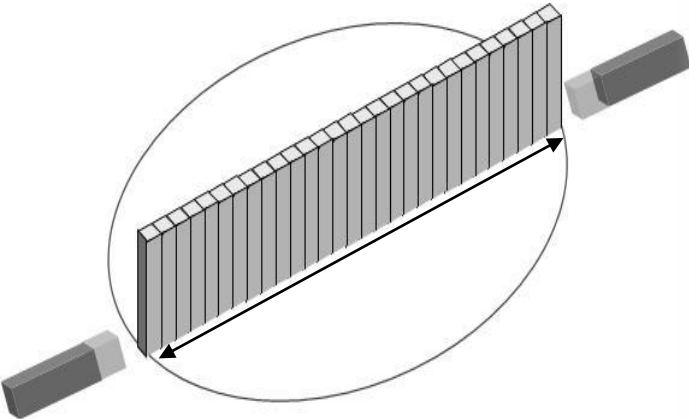
Acquisition simultanée

Principe du temps de vol (“time of flight”) en TEP

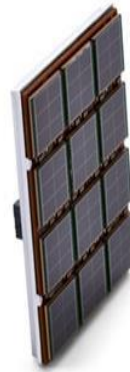
- Résolution temporelle (< 400 ps) permettant la mesure du temps de vol des photons
 - Mesure de la différence des temps d’arrivée des photons aux détecteurs
 - → **précision** sur le site d’annihilation
- Amélioration du **contraste** et **diminution des artéfacts** dans l’image

TEP conventionnelle

Événement sur la ligne de réponse



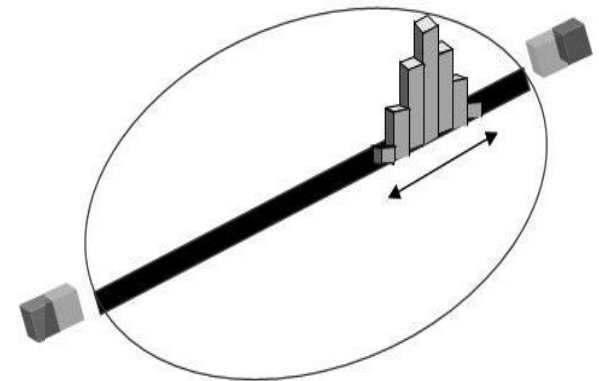
Fenêtre de coïncidence (ns)



SiPM

TEP Temps de vol

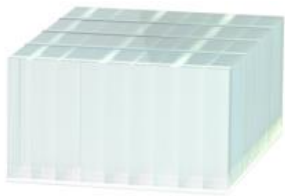
Événement localisé sur la ligne de réponse



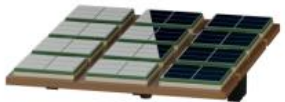
Temps de Vol < 400 ps

Le système SIGNA PET/MR

- Intègre détecteurs TEP de 2^{ème} génération
- Avantages +++
 - Insensible aux champs magnétiques (# PM)
 - Compacité
 - Meilleur couplage
 - Rapidité: temps de vol



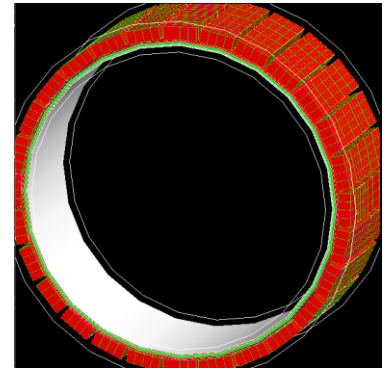
← Cristal LYSO : $3,95 \times 5,3 \times 25 \text{ mm}^3$



← **SiPM** : photomultiplicateurs en silicium



← Électronique intégrée



Champ de vue :
60 cm x 25 cm
Sensibilité +++

Autres considérations technologiques

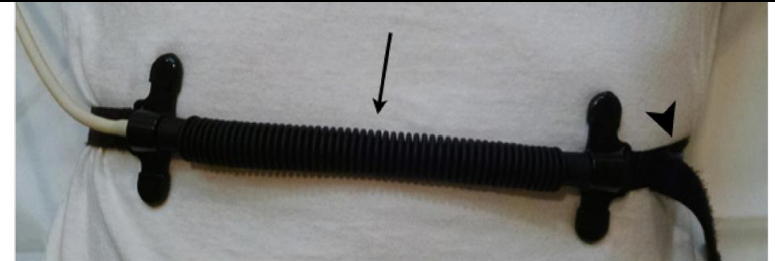
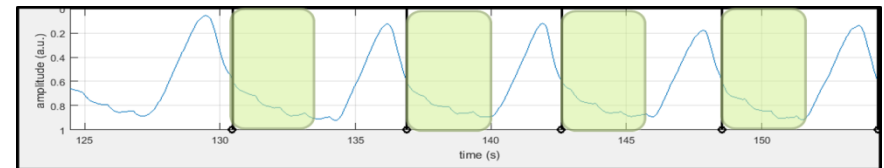
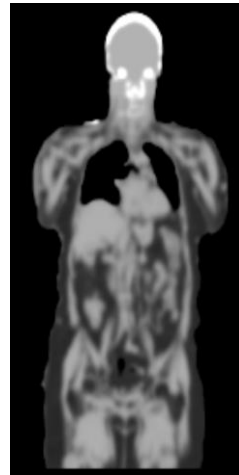
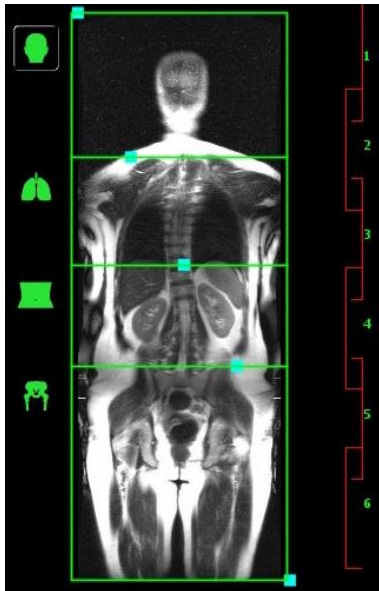
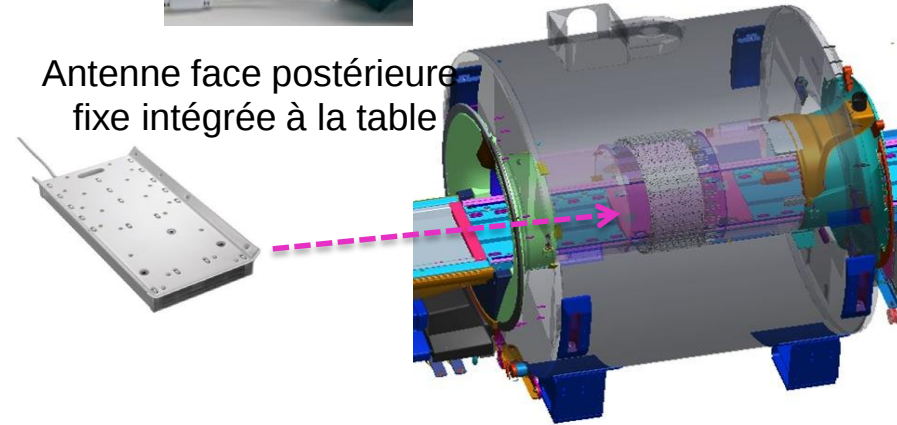
- Imagerie corps entier
- Gestion de la correction d'atténuation
 - MRAC: 2-point Dixon
 - Segmentation
 - Classification graisse / tissus mous / air
- Compensation des mouvements respiratoires

Antenne tête
et cou

Antennes corps entier
face antérieure



Antenne face postérieure
fixe intégrée à la table



Pourquoi utiliser le TEP/IRM en oncologie digestive ?

- Limites du TEP/scanner conventionnel
 - Manque de résolution et de contraste
 - Pas de synchronisation respiratoire en routine
 - Scanner le plus souvent en respiration libre et sans injection de PDC
- L'interprétation des images en TEP FDG est parfois difficile
 - Bruit de fond hépatique et des anses digestives
 - Mouvements respiratoires et péristaltisme intestinal
 - Nécessité de détecter des lésions millimétriques (foie, péritoine)
 - Influence de l'histologie sur la captation de FDG
 - Histologie mucineuse*, TNE bien différencié, certaines GIST
- Solution = TEP/IRM ?
 - Amélioration sensibilité, contraste et résolution spatiale
 - Possibilité d'IRM multi contraste**

* Whiteford, Dis Colon Rectum (2000)

** Brendle, EJNMMI (2016)

Littérature TEP/IRM

Focus sur les bilans des cancers digestifs

- Amélioration de la **délectabilité** lésionnelle
 - 32 pts, bilan hépatique de tumeurs solides: TEP/IRM > TEP/CT (Beiderwellen, Plos one, 2015)
 - 18 pts, récidives CCR*: TEP/IRM > TEP et IRM seules (Soussan, EJNMMI, 2016)
- Amélioration de l'**exactitude** diagnostique
 - 180 lésions (15 pts, CCR M+) : TEP/IRM > TEP/CT ou IRM (Brendle, EJNMMI, 2016)
 - 98 lésions (55 pts, CCR M+): TEP/IRM > TEP/CT mais pas supérieur à l'IRM avec PDC hépato spécifique (Lee, Radiology, 2016)
- Amélioration du niveau de **confiance** diagnostique
 - En comparaison avec TEP ou IRM seules:
 - Pour le diagnostic de métastases hépatiques (Soussan, EJNMMI, 2016)
 - Pour les lésions hépatiques et péritonéales (Brendle, EJNMMI, 2016)

Illustrations. Cas cliniques

1. Impact clinique des avancées technologiques

- ↗ sensibilité, ↗ contraste (Temps de vol), ↗ résolution spatiale (Point Spread Function (PSF) modelling)
 - Synchronisation respiratoire
- Détection des lésions, qualité d'image, recalage

2. Amélioration de la confiance diagnostique

- Synergie des informations TEP / IRM

3. Examens “tout en un” (“one stop shop”)

- Ex: bilan de récidives des cancers colo-rectaux

Evaluation clinique du système TEP/IRM

Comparaison avec TEP/Scanner

Protocole PROMISE



PET/CT 1h post injection

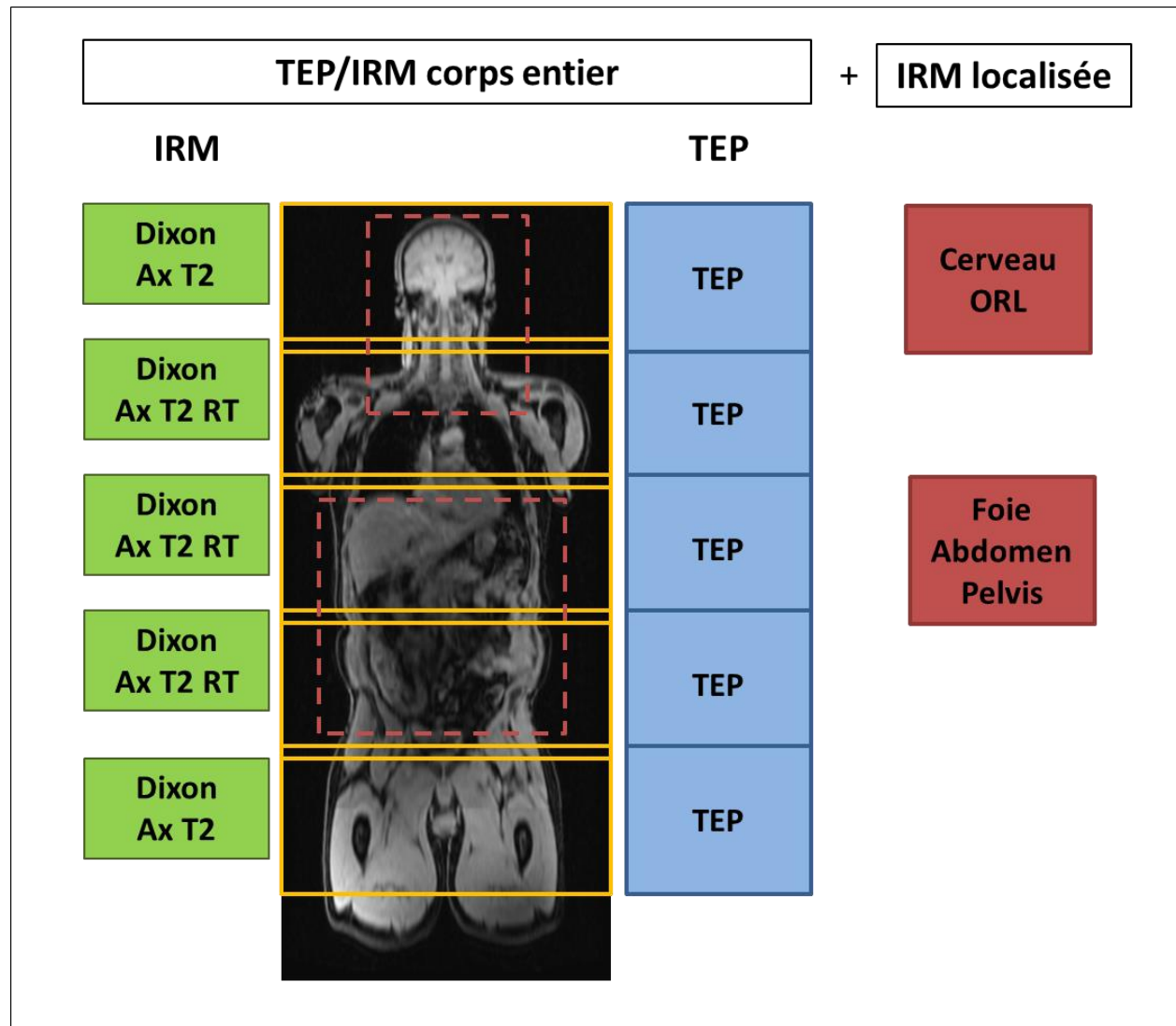
- Biograph 6 TruePoint TrueV, 2007
- Sensibilité : 8,1 cps/kBq
- NECR peak : 156 kcps@31 kBq/ml
- Reconstruction sans ToF, pas de modélisation de la PSF
- Résolution: 4,1 mm × 4,7 mm



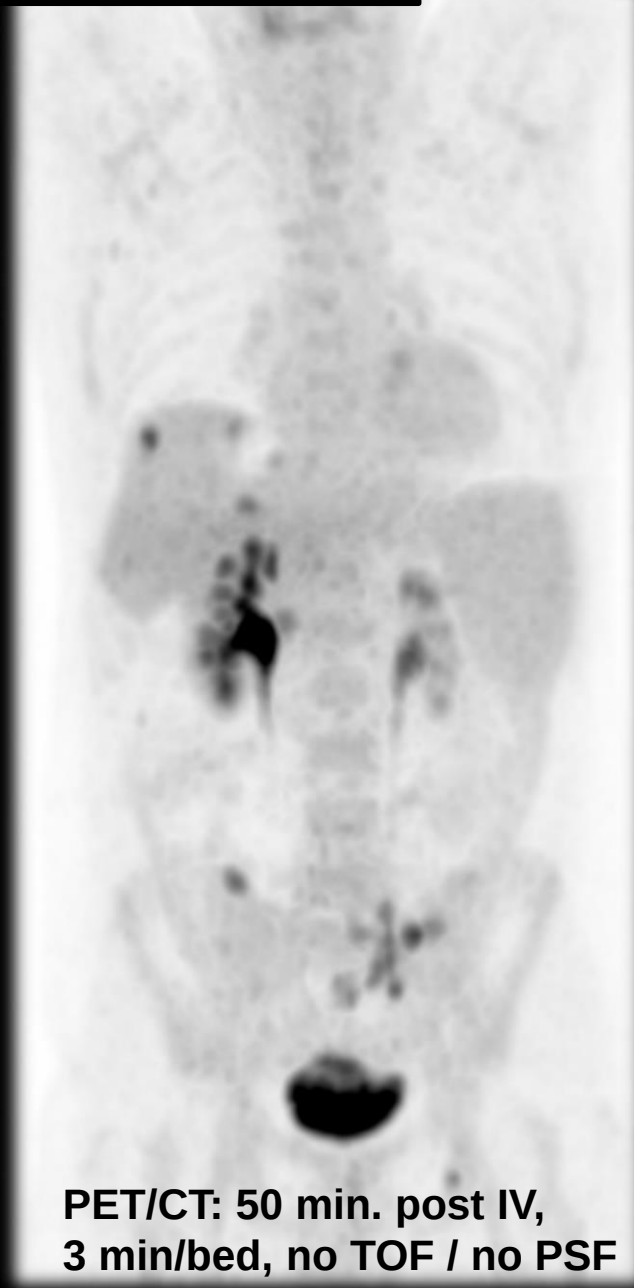
PET/MR dans la foulée

- SIGNA PET/MR, 2015
- Sensibilité : 23,8 cps/kBq
- NECR peak : 226 kcps@18 kBq/ml
- Reconstruction avec ToF, avec modélisation de la PSF
- Résolution: 4,2 mm × 6,0 mm

TEP/IRM: Protocole d'exploration en oncologie

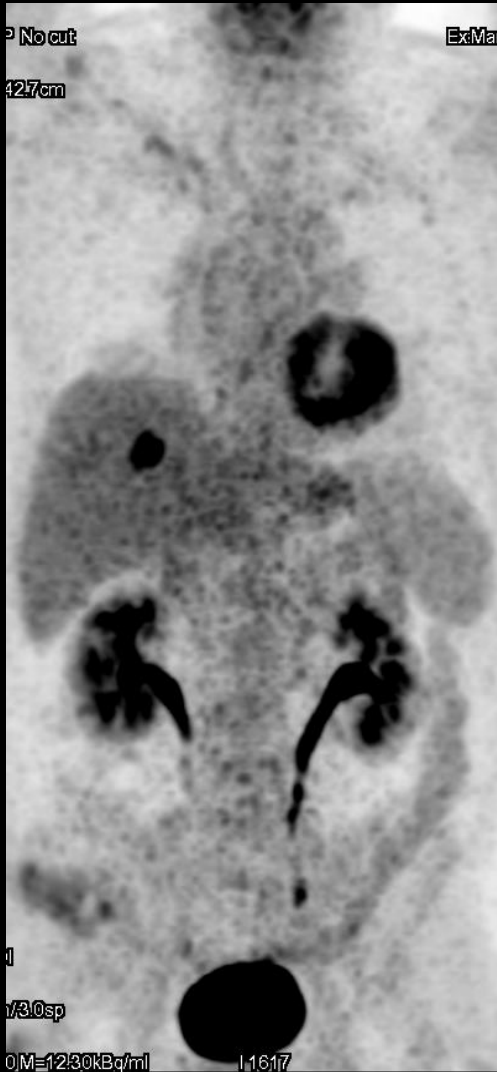


Durée moyenne d'examen: **45 min**



Homme de 58 ans. CCR. Bilan initial.

Amélioration du contraste et de la résolution spatiale



PET/CT 60 min
3 min/bed
No TOF no PSF



PET/MR
5 min/bed
No TOF no PSF



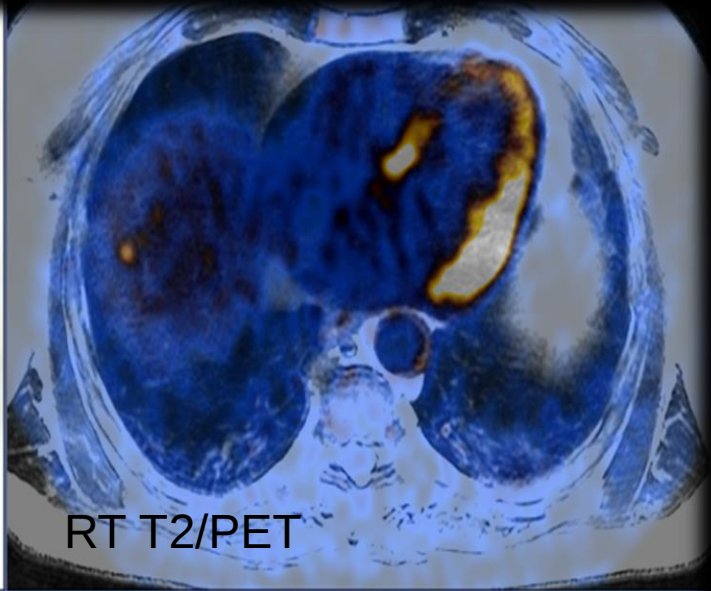
PET/MR
5 min/bed
+ TOF + PSF

Homme de 58 ans. CCR. Bilan initial.

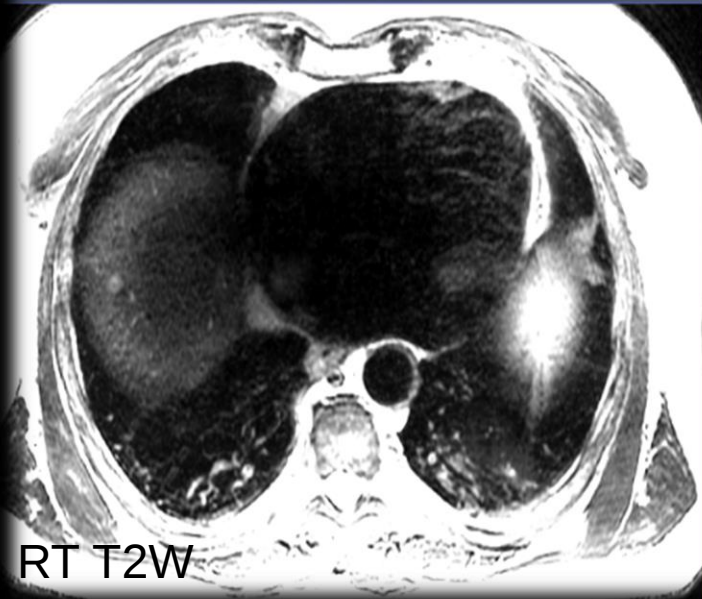
Confirmation de la lésion du dôme hépatique par IRM



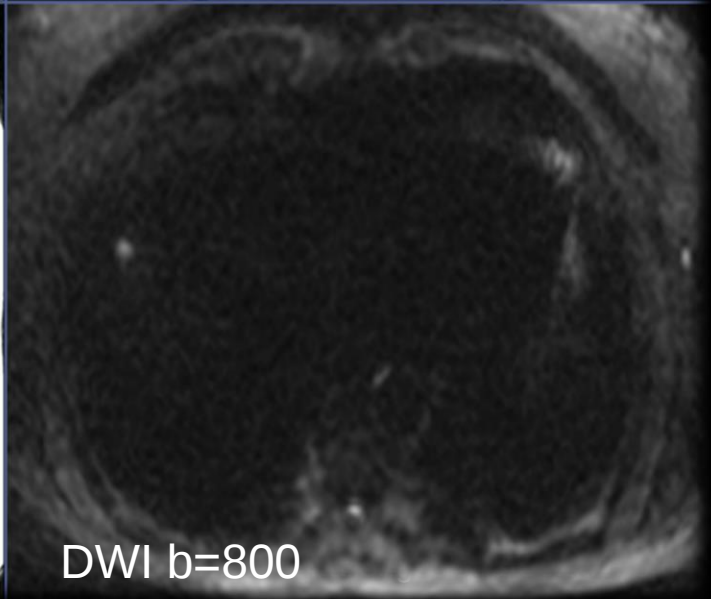
PET/MR



RT T2/PET



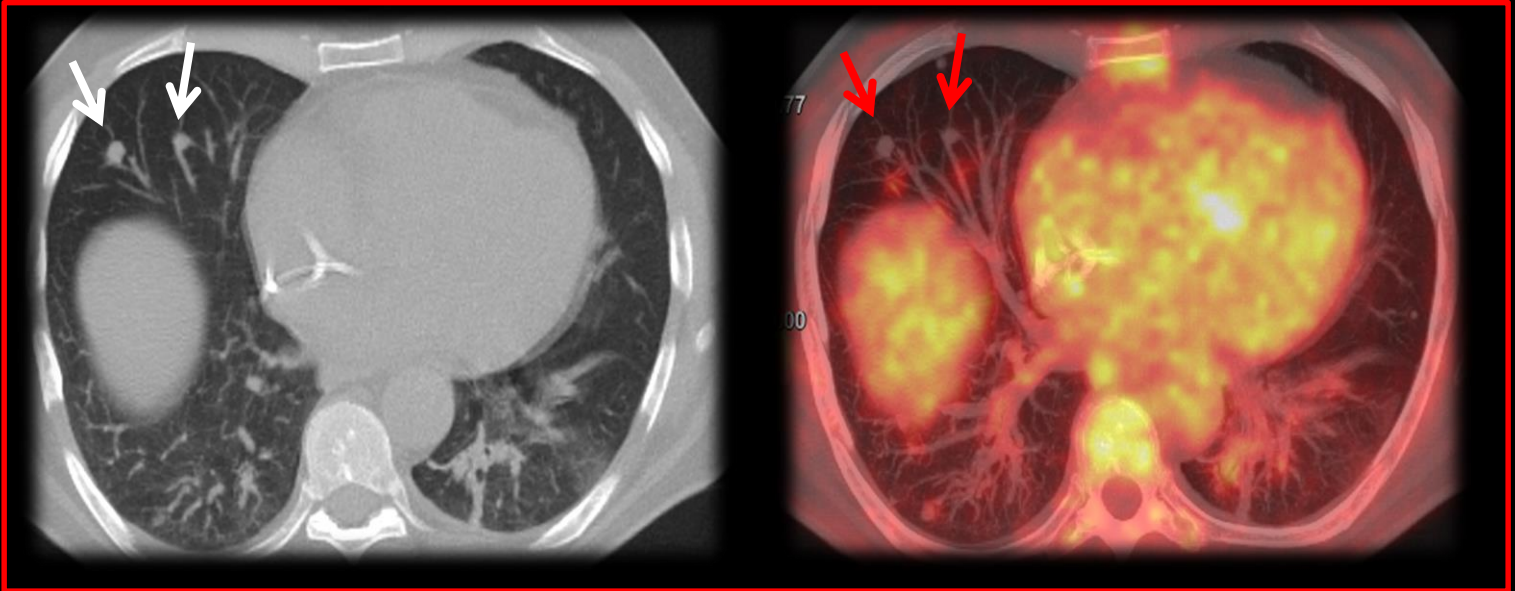
RT T2W



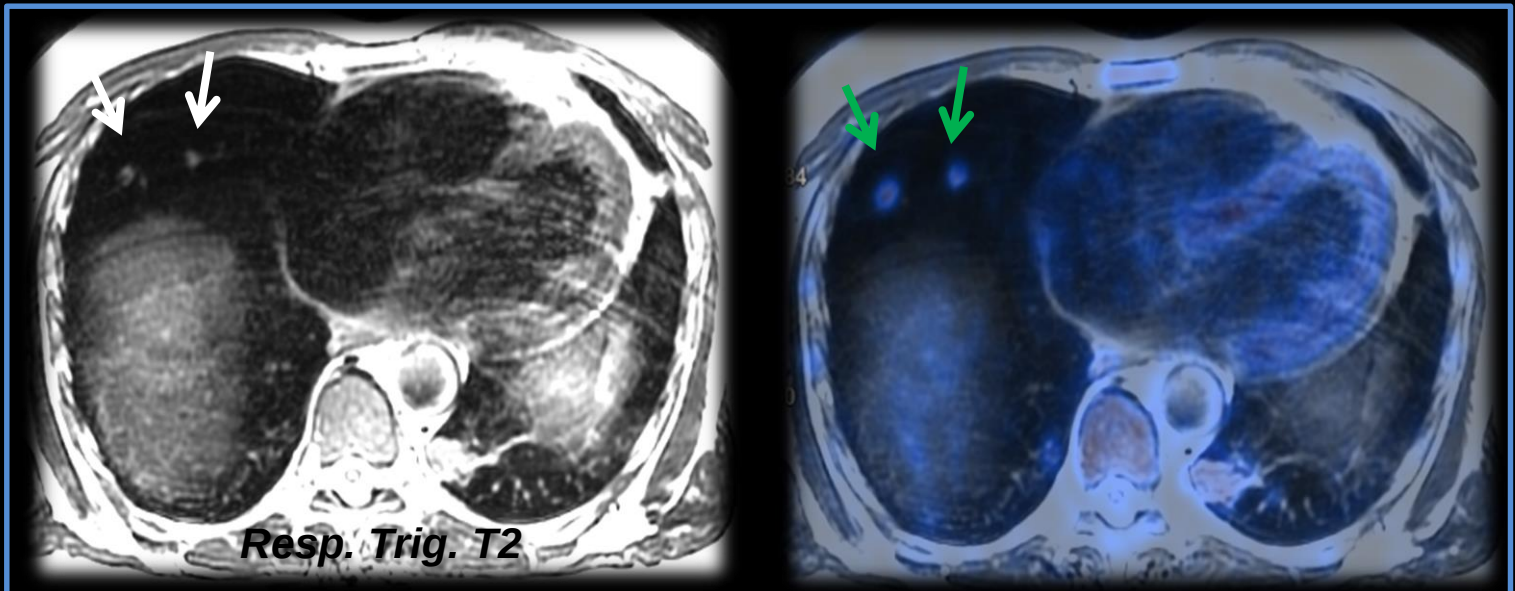
DWI b=800

Amélioration du recalage des images

TEP/TDM

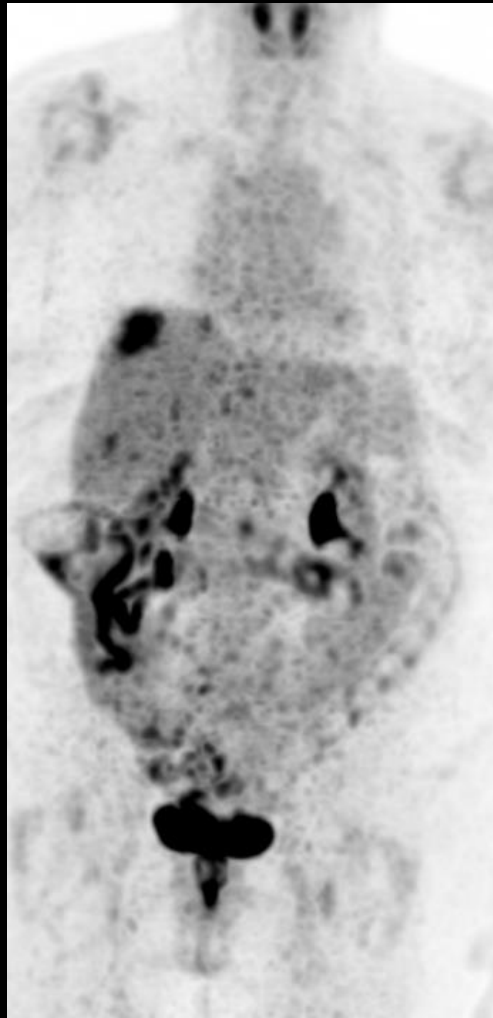


TEP/IRM

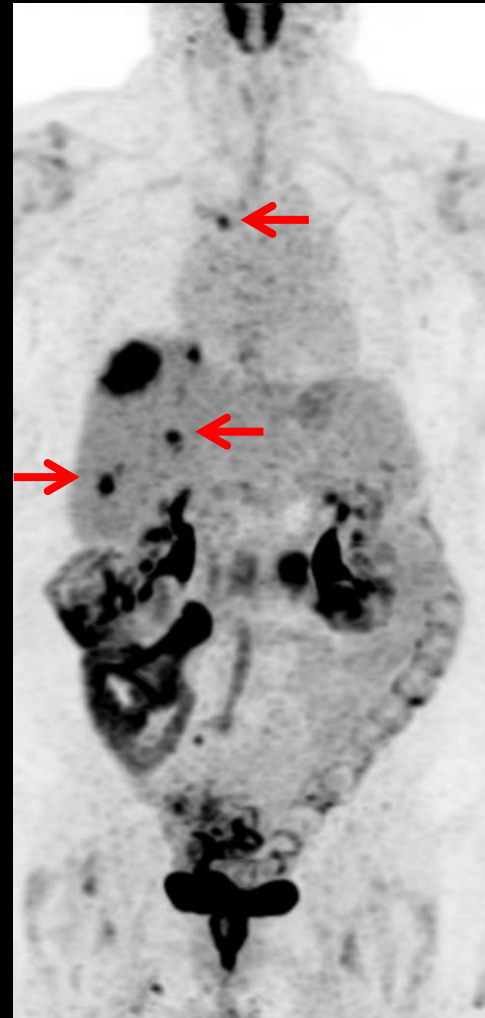


Synergie des données TEP et IRM
→ Imagerie hépatique plus performante

Femme de 53 ans. CCR. Bilan de récurrence.



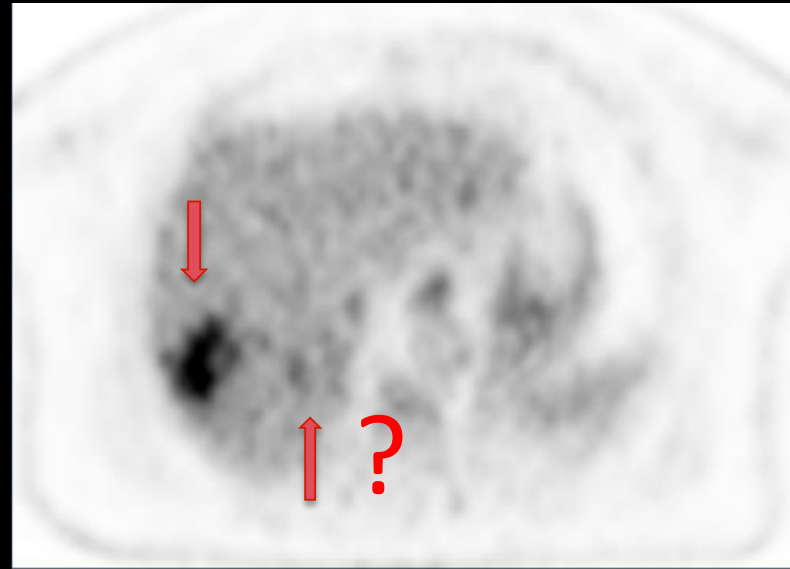
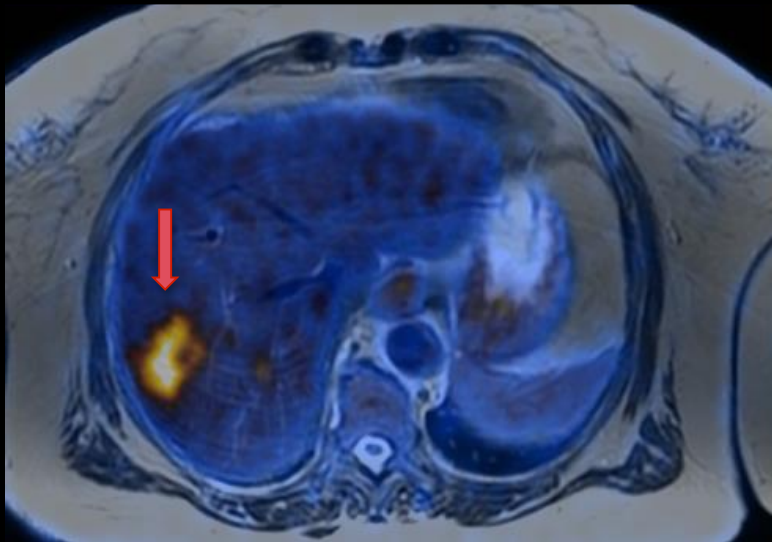
PET/CT
3 min/bed
No TOF no PSF



PET/MR
3 min/bed
+ TOF + PSF

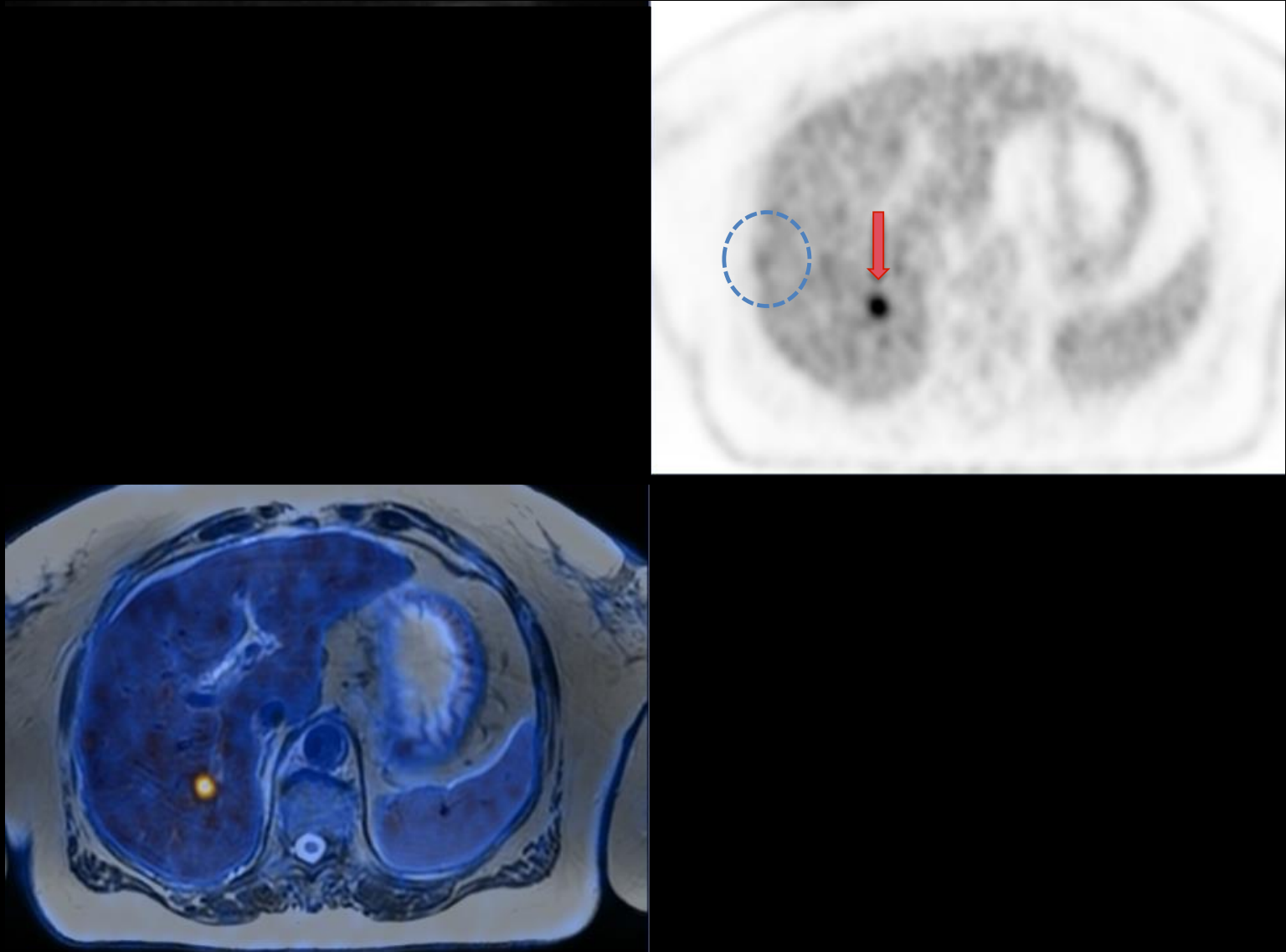
Synergie des données TEP et IRM
→ Imagerie hépatique plus performante

Femme de 53 ans. CCR. Bilan de récurrence.

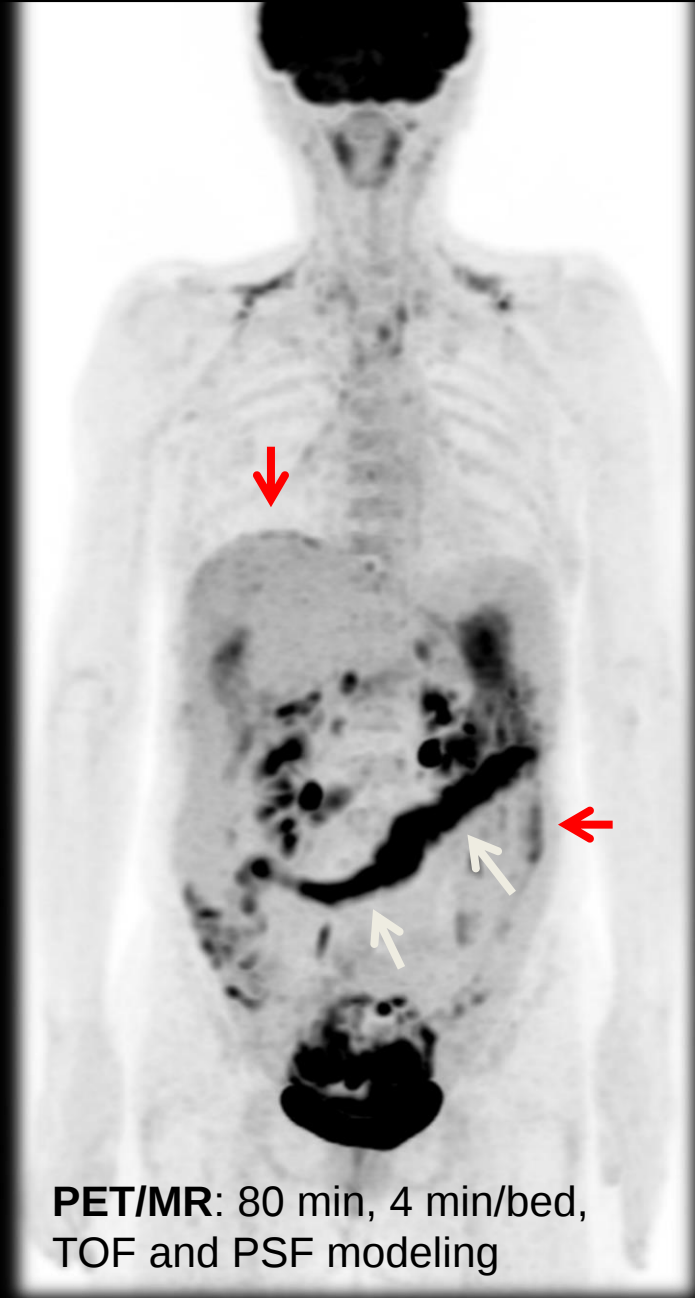
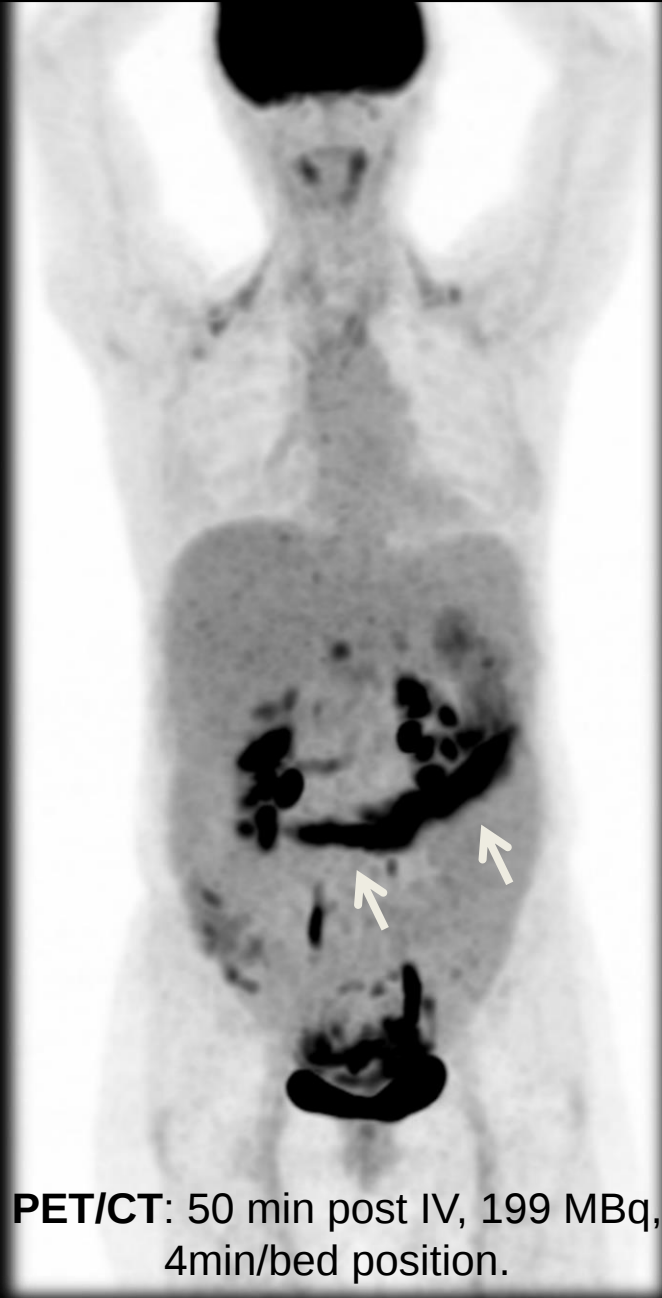


Bilan des cancers digestifs: synergie des données TEP et IRM

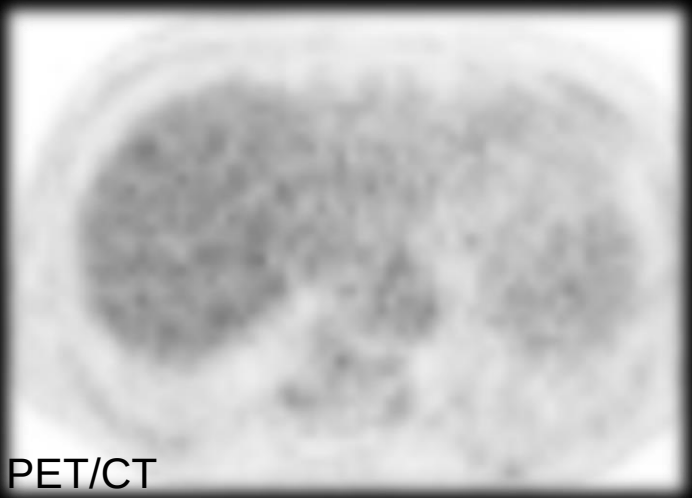
→ Imagerie hépatique plus performante



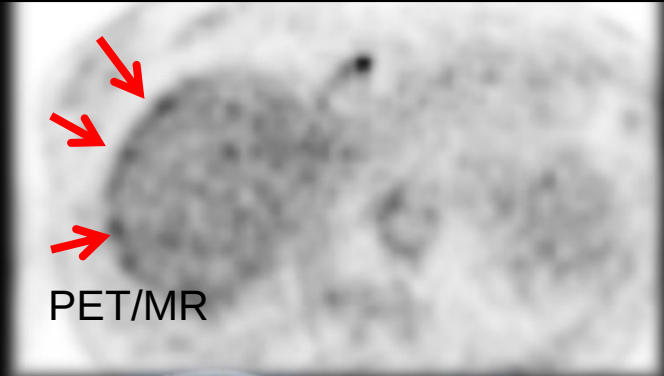
Femme de 62 ans. Bilan initial d'un cystadenocarcinome séreux ovarien.



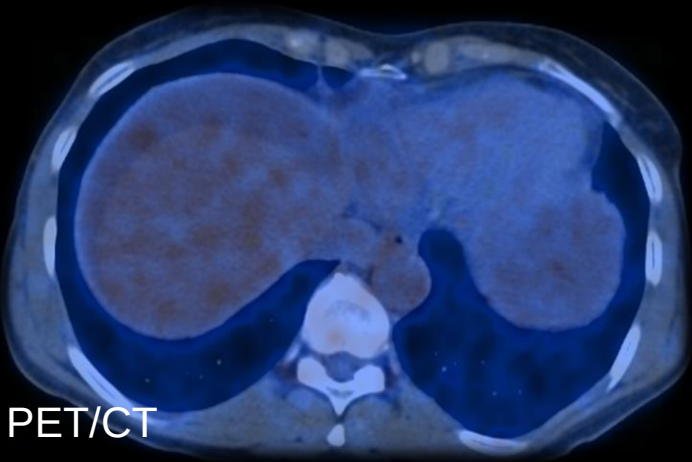
Femme de 62 ans. Bilan initial d'un cystadenocarcinome séreux ovarien.



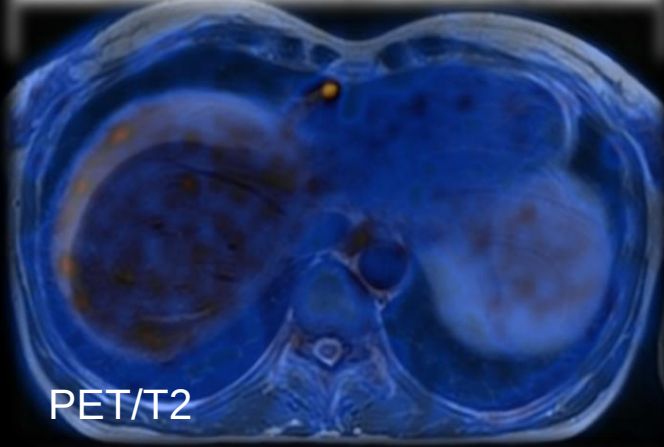
PET/CT



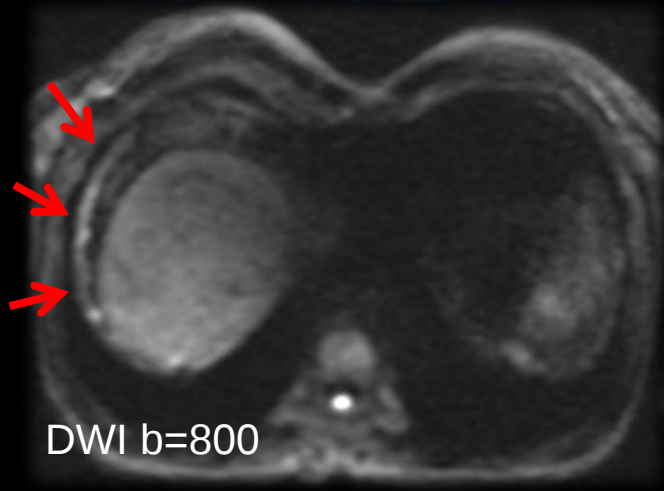
PET/MR



PET/CT

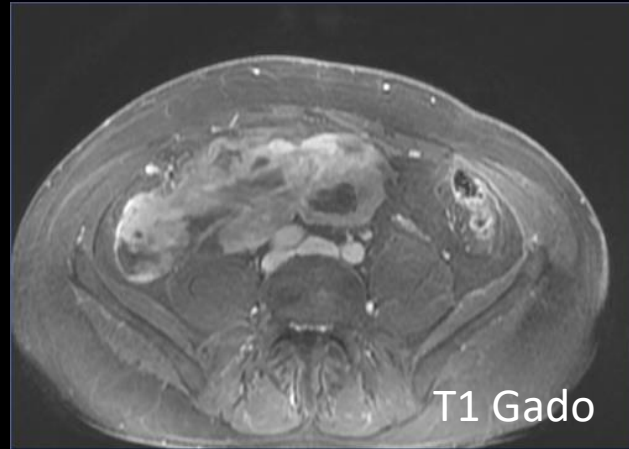


PET/T2

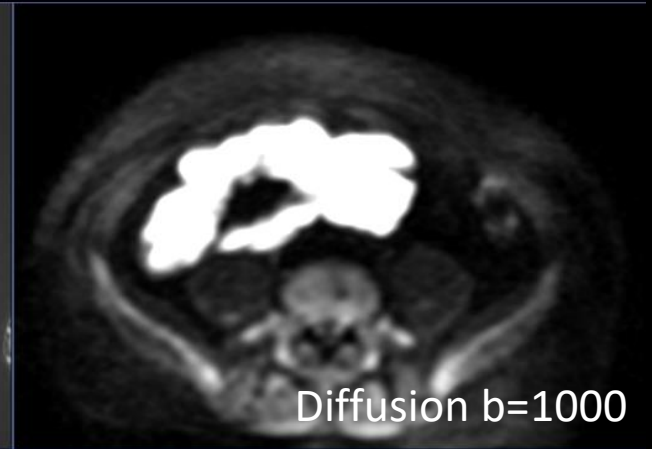


DWI b=800

Diminution des Faux négatifs de la TEP au FDG



T1 Gado



Diffusion b=1000



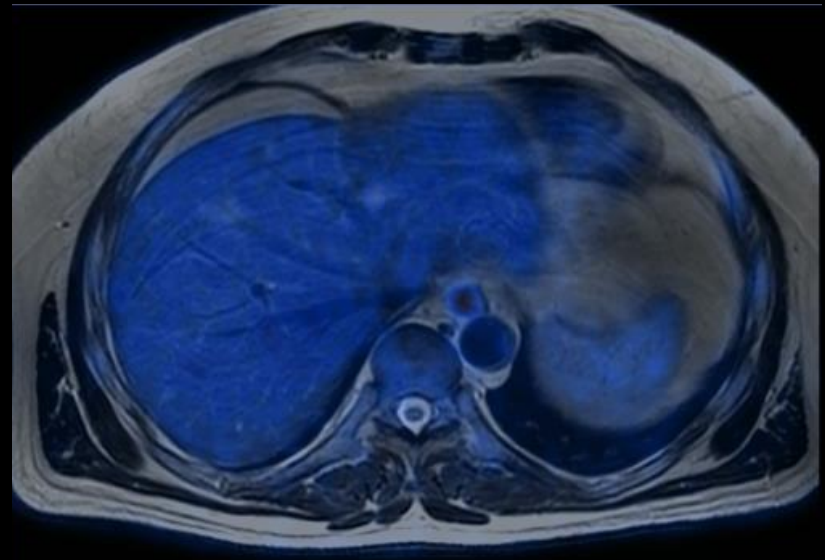
T2



TEP/T2

H 47 ans. Bilan d'extension pré chirurgical d'une masse mésentérique (GIST)

Diminution des Faux négatifs de la TEP au FDG



Take home messages

1. TEP/IRM = modalité d'imagerie hybride **technologiquement mature**
2. Intègre un grand nombre **d'avancées technologiques**
 - Amélioration de la sensibilité, du contraste et de la résolution des images
3. Possibilité de réaliser des **bilans en 45 minutes**
 - Combinant examen corps entier + IRM ciblée (foie, pancréas, pelvis)
 - Meilleur confort pour le patient, interprétation facilitée pour le médecin, et une optimisation de la prise en charge médicale des patients sont possibles
4. En oncologie digestive, **amélioration des performances du TEP**
 - Augmentation de la confiance diagnostique
 - Diminution des incertitudes diagnostiques, notamment les faux négatifs
5. Définir +++
 - **Place dans le parcours de soin**: bilans des récidives, évaluation thérapeutique ?
 - **Viabilité économique ?**
6. Perspectives
 - **Biomarqueur d'imagerie hybride** avec quantification de la fixation d'un traceur « augmentée » par les données fonctionnelles IRM (perfusion, diffusion)

TEP/IRM

Progrès technologiques et applications cliniques en oncologie digestive

Michaël Soussan

Service de Médecine Nucléaire, HU PSSD, Hôpital Avicenne, Bobigny
IMIV, CEA-Inserm, Université Paris Saclay, Orsay