AFTMN, Bordeaux 6/6/2025

TEP-IRM cérébrale : quel intérêt en pratique clinique ?

Aurélie KAS

Hôpital de la Pitié-Salpêtrière

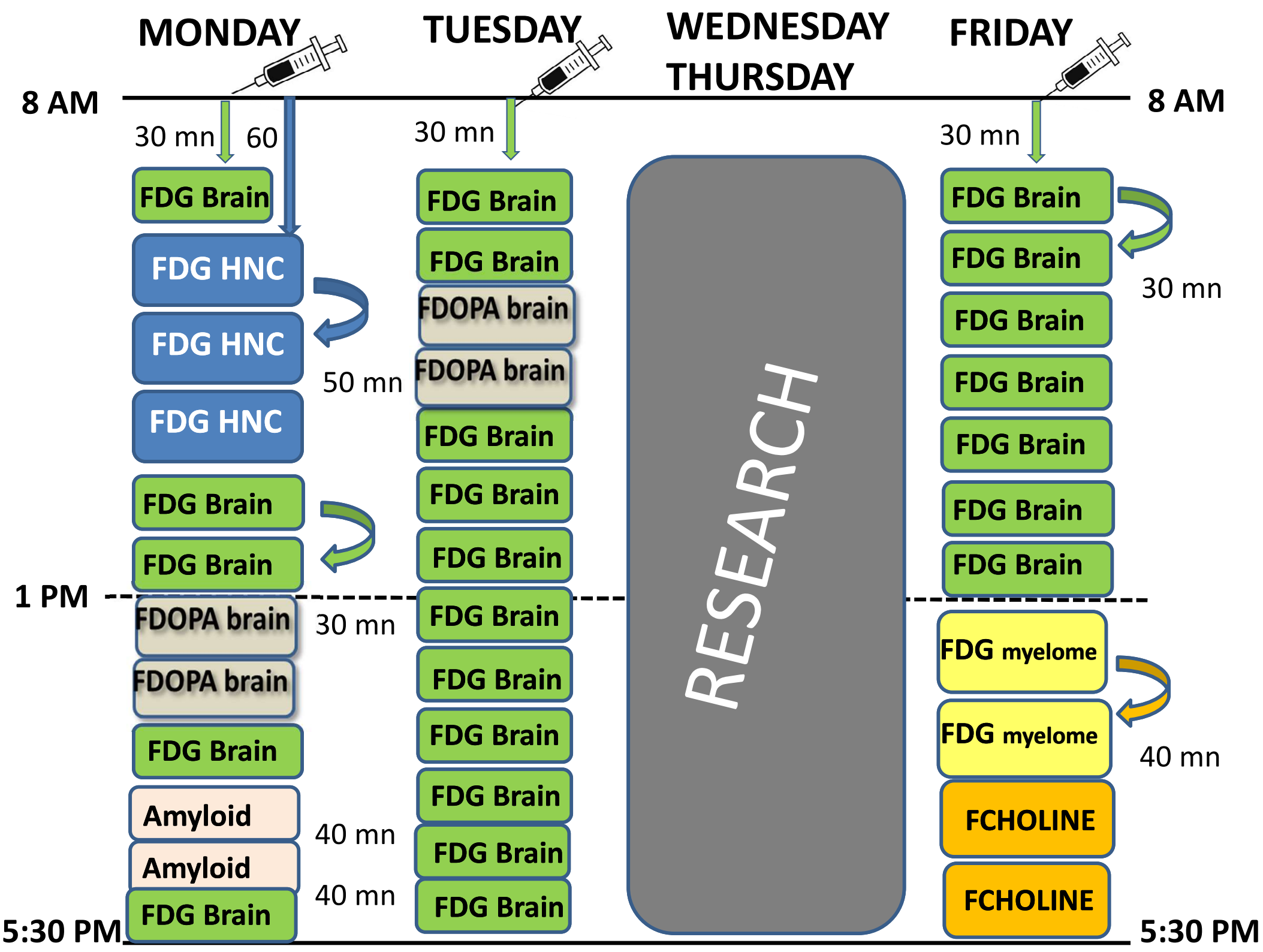
APHP Sorbonne Université

Projet TEP-IRM de la Pitié-Salpêtrière

PET/MR 3T Signa GE Healthcare
Service de médecine nucléaire GH Pitié-Salpêtrière

- TEP/IRM 3T SIGNA (GE Healthcare)
- Démarrage en octobre 2015

- 50% clinique, 50% recherche
- Activité clinique : 110 examens /mois sur un mi-temps
  - 85% neurologie : neurodégénératif, épilepsie, neuro-oncologie,
  - 15% oncologie : oncologie maxillofaciale, myélome, pelvis


MONDAY
TUESDAY
WEDNESDAY
THURSDAY
FRIDAY
8 AM
8 AM
30 mn
60
30 mn
30 mn
FDG Brain
FDG HNC
FDG HNC
FDG HNC
50 mn
FDG Brain
FDG Brain
FDOPA brain
FDOPA brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
FDG Brain
30 mn
1 PM
FDOPA brain
FDOPA brain
30 mn
FDG Brain
Amyloid
Amyloid
FDG Brain
40 mn
40 mn
RESEARCH
FDG myelome
FDG myelome
40 mn
FCHOLINE
FCHOLINE
5:30 PM
5:30 PM

Radioprotection travailleurs

Injected dose : 3 MBq/kg for oncology ; 2 MBq/kg for brain PET/MR

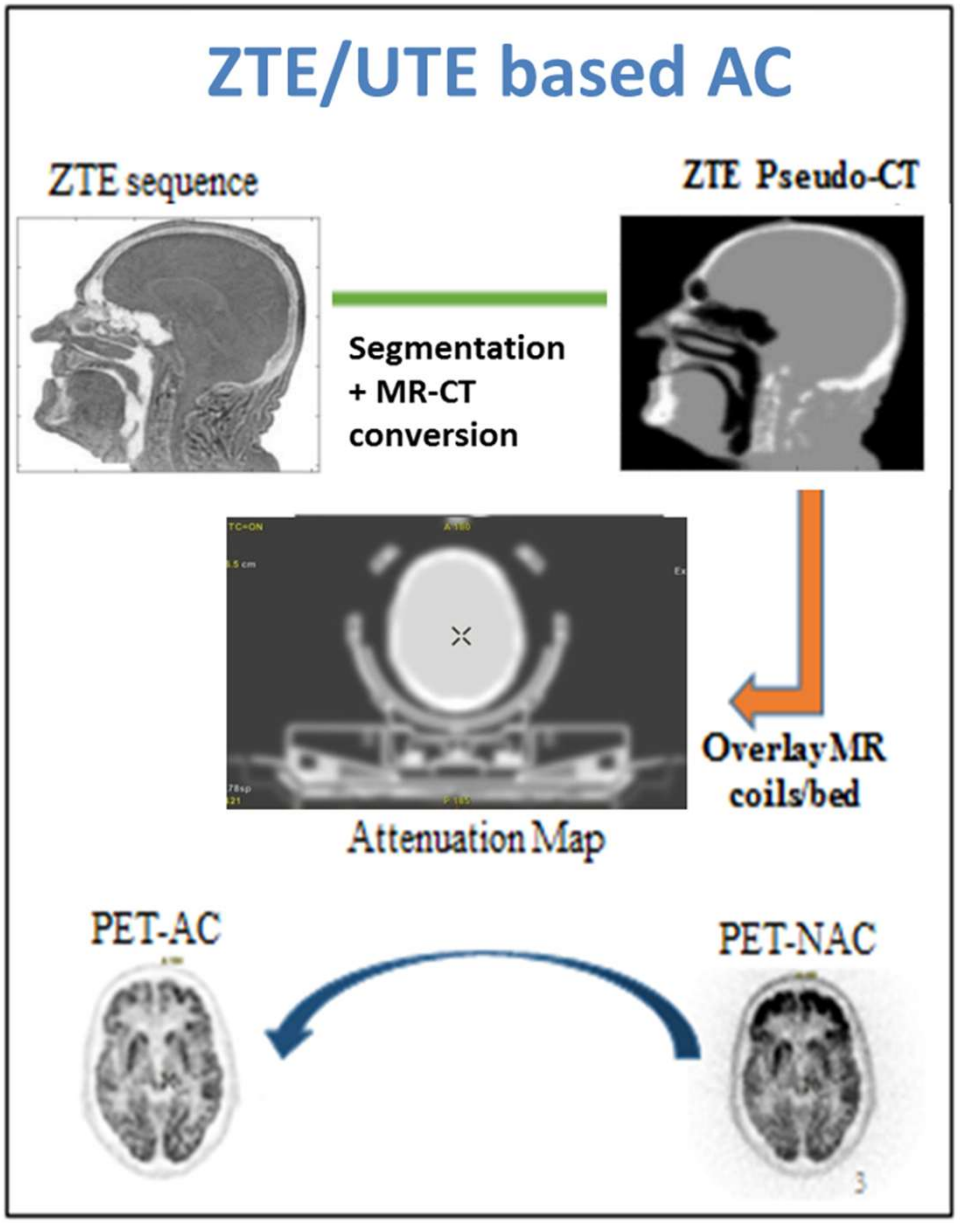
Patient positioning : 8 min for oncology ; 3 min for brain PET/MR

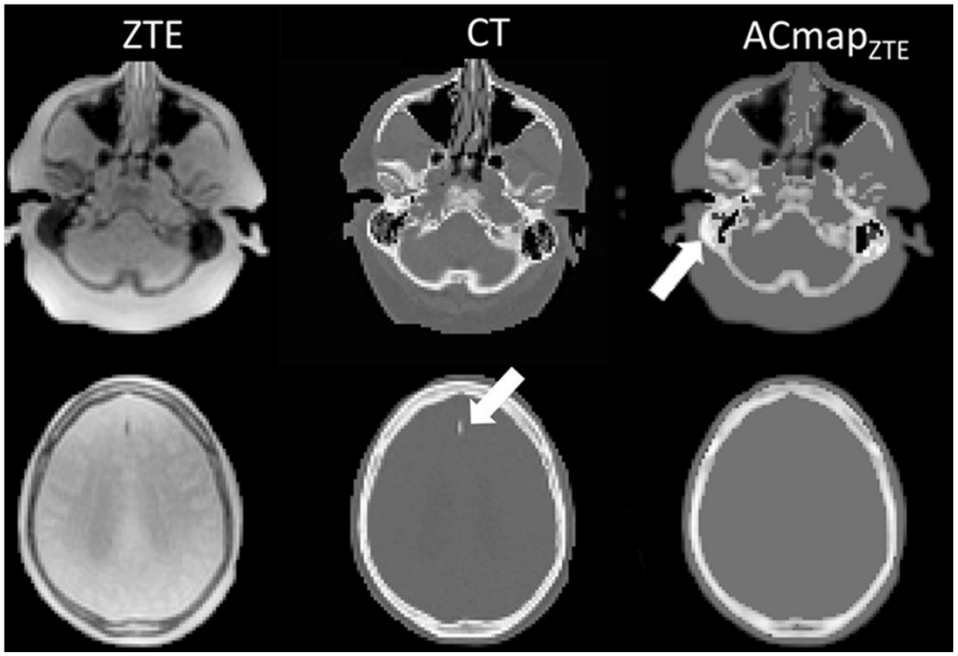
Dosimetry	Dose per patient per technologist (µSv)	Dose per 18F MBq per tehnologist
All exams (n=1332)	1.3 µSv	10.3±4 nSv

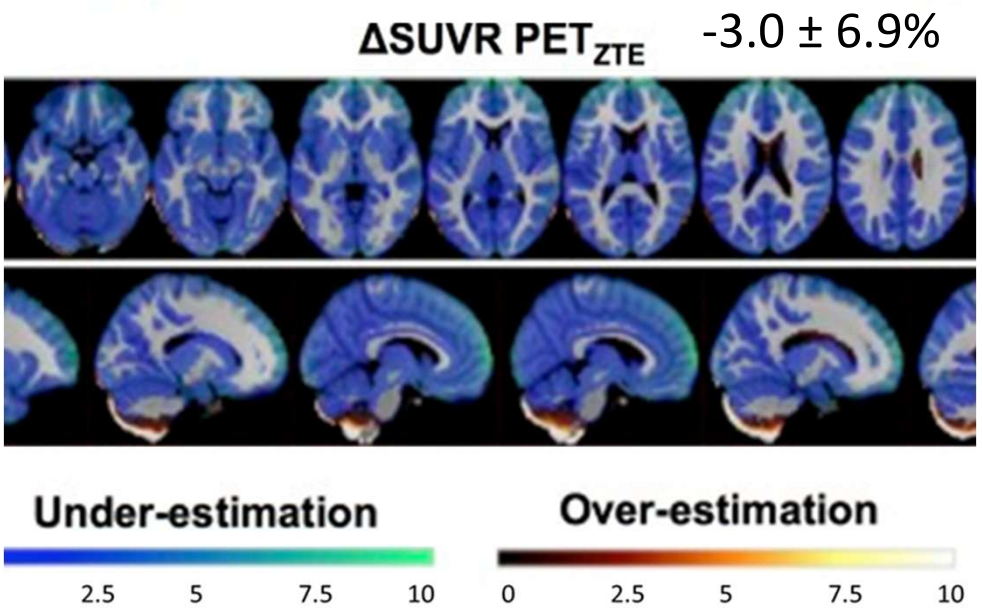
vs 4–5 µSv for 300 MBq per patient with PET/CT
Leide-Svegborn 2010

Soret et al, 2020

Et la correction d'atténuation ?







Wollenweber et al., 2013; Wiesinger, et al. 2015 et 2016; Delso, et al. 2015 ; Sekine et al, 2016; Gong et al, 2018, Burgos et al., 2014; Sekine, et al. 2016; Ladefoged et al; 017; Sgard et al 2019 ; Blanc-Durant, PLoS One. 2019

Avantages de la TEP-IRM pour le diagnostic des pathologies cérébrales

Précision diagnostique en TEP

Qualité image TEP comparable à celle de l'HRRT *Mannheim EJNMMI Physics 2021*

IRM : modalité de choix pour l'imagerie du cerveau

Recalage en temps réel et optimal des données TEP et IRM

Intégration en temps réel de la multimodalité

Analyse en temps réel des anomalies métaboliques, structurelles, fonctionnelles

Potentialisée par la lecture en double expertise MN et radiologique

Confort pour le patient : *Schütz L. EJNMI 2016*

2 examens de qualité diagnostique en une seule session

La TEP-IRM pour quelles indications ?

Valeur ajoutée d'une TEP/IRM simultanée + double lecture > TEP + IRM séquentiels

- Troubles cognitifs avec co-pathologies : lésions inflam., vasculaires, post-traumatiques
- Syndromes parkinsoniens atypiques (PSP, AMS, DCB)
- Epilepsie partielle pharmaco-résistante : bilan préchirurgical
- Neuro-oncologie : bilan pré-biopsie, récidive vs. radionécrose

Si, acquisition cérébrale TEP/IRM ≤ 45 min

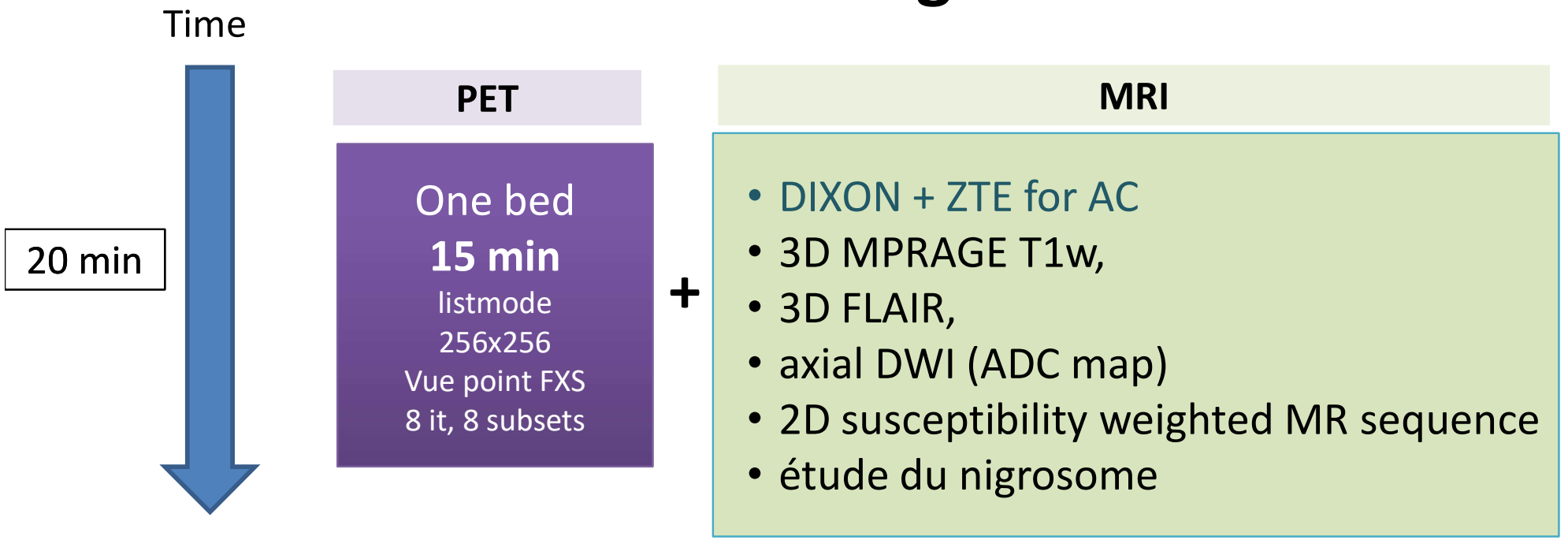
- 1 seul pas TEP mode list de 20 min (FDG) ; T0 à 30-40 min (FDOPA, FET)
- DIXON + ZTE/UTE, 3DT1 MPRAGE, T2 (coro), FLAIR 3D, diffusion, SWI, ASL, +/- DTI
- Séquences post Gadolinium : perfusion DSC, 3DT1 spin echo fat sat, SRMN

Si, faisabilité et confort du patient assurés

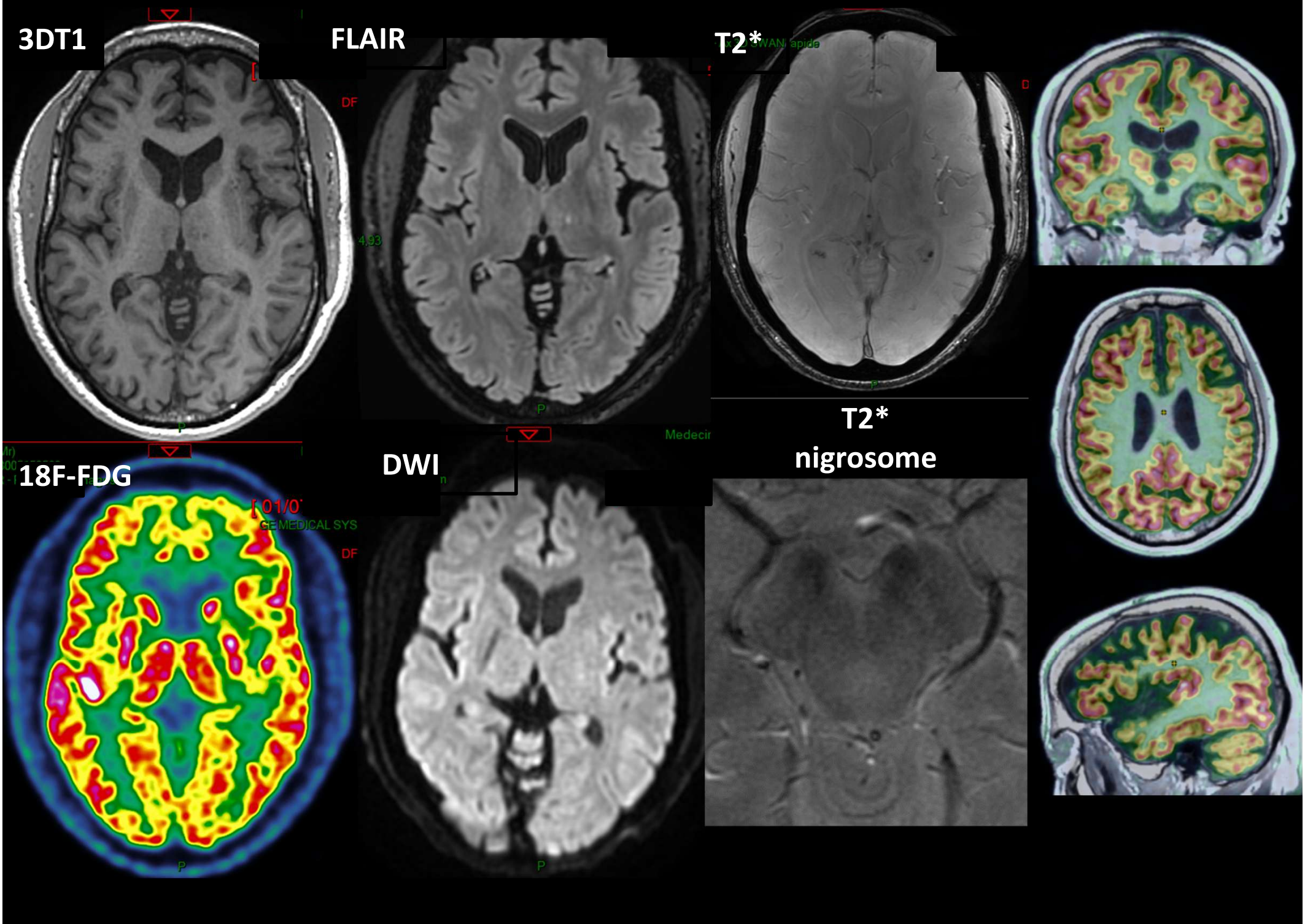
- une TEP/IRM dure 2 à 3 fois plus longtemps qu'un TEP/TDM
- Manque de coopération, mouvements du patient → TEP/TDM cérébral de 10 min
- Claustrophobie, obésité

Guedj E. EJNMI 2022, EANM guidelines

protocole TEP-FDG/IRM pour l'étude des troubles cognitifs



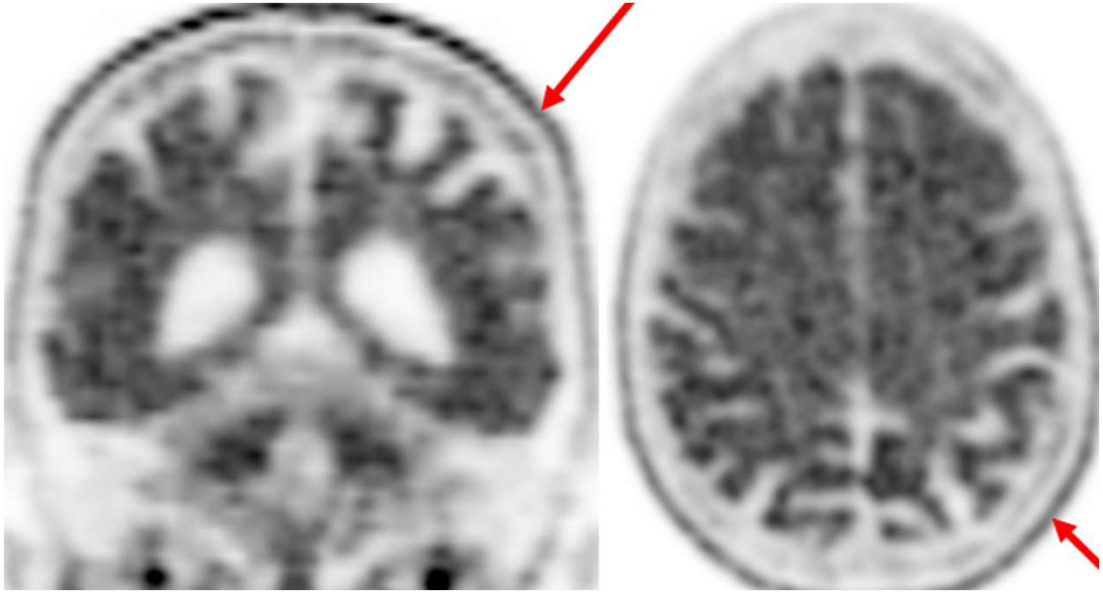
18FDG : 2 MBq/kg and acquisition 30 p.i.


3DT1
FLAIR
T2*
18F-FDG
DWI
T2*
nigrosome

Qu’apporte la TEP-IRM au diagnostic des maladies neurodégénératives ?

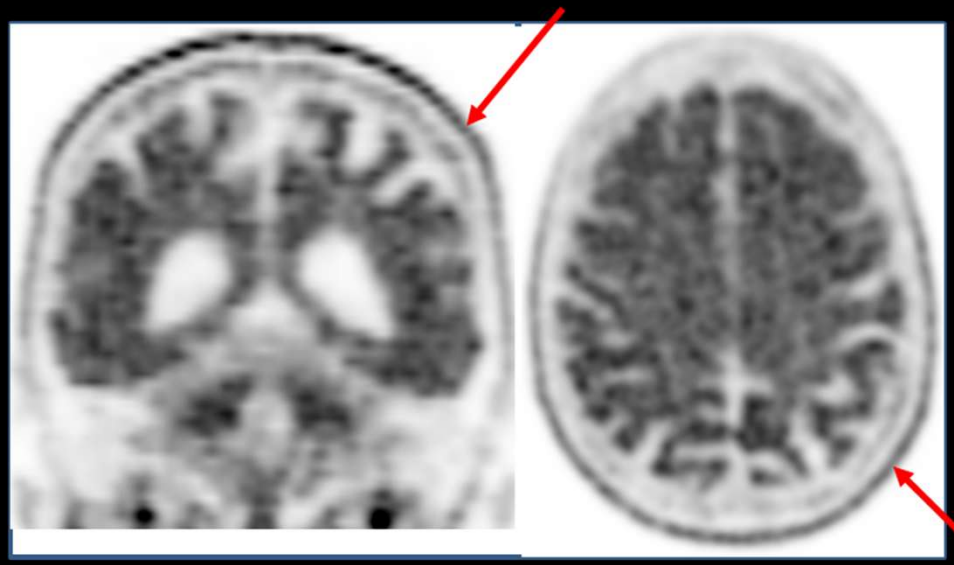
→ **Meilleure confiance dans l’évaluation des anomalies corticales en cas d’atrophie**

Plaques amyloïdes ?

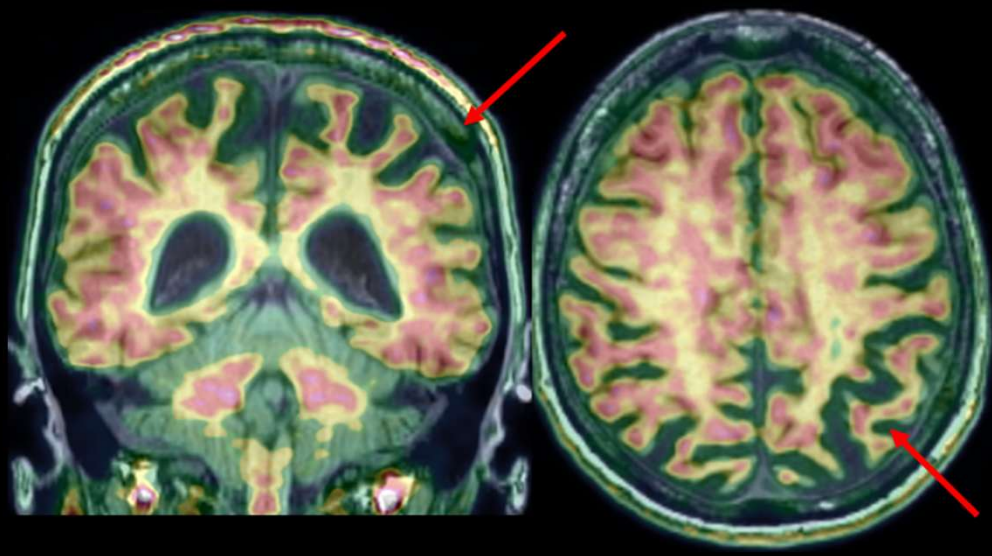


Gain en précision pour l'analyse des TEP amyloide

Plaques amyloïdes ?



TEP amyloïde positif



Gain en confort pour les patients and accompagnants (>85%)

Schütz et al ; Feasibility and acceptance of simultaneous amyloid PET/MRI. 2016 (100 subjects with MCI)

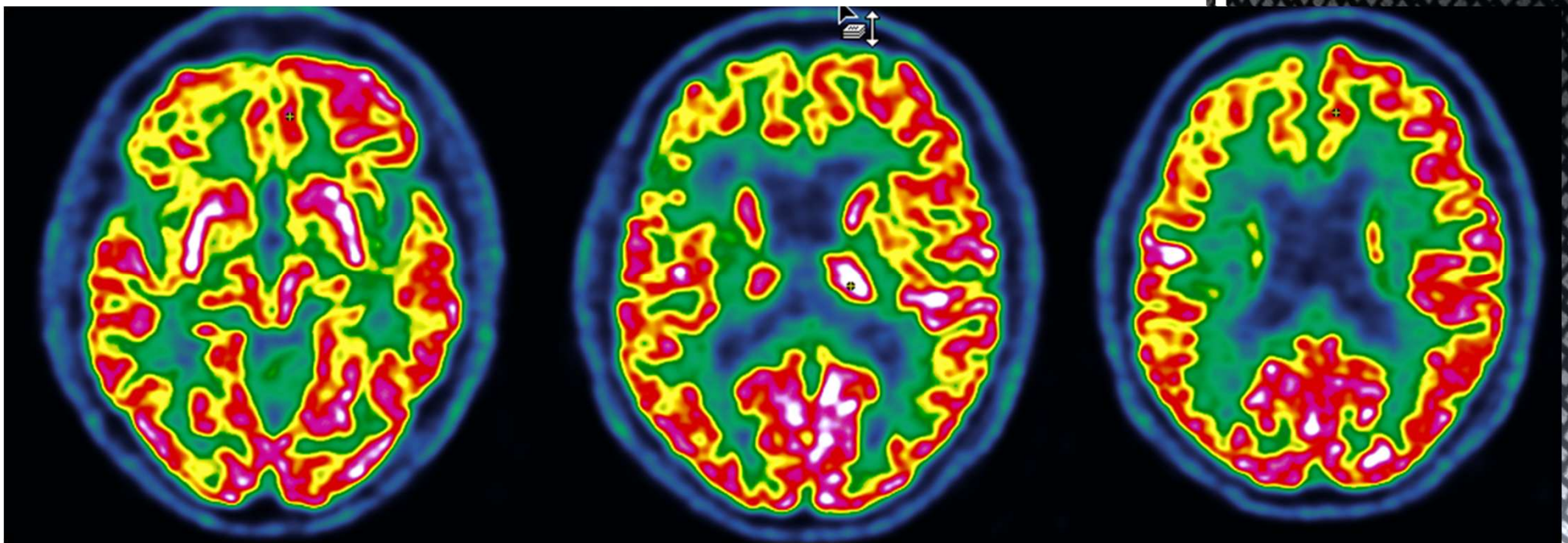
Qu'apporte la TEP-IRM au diagnostic des maladies neurodégénératives ?

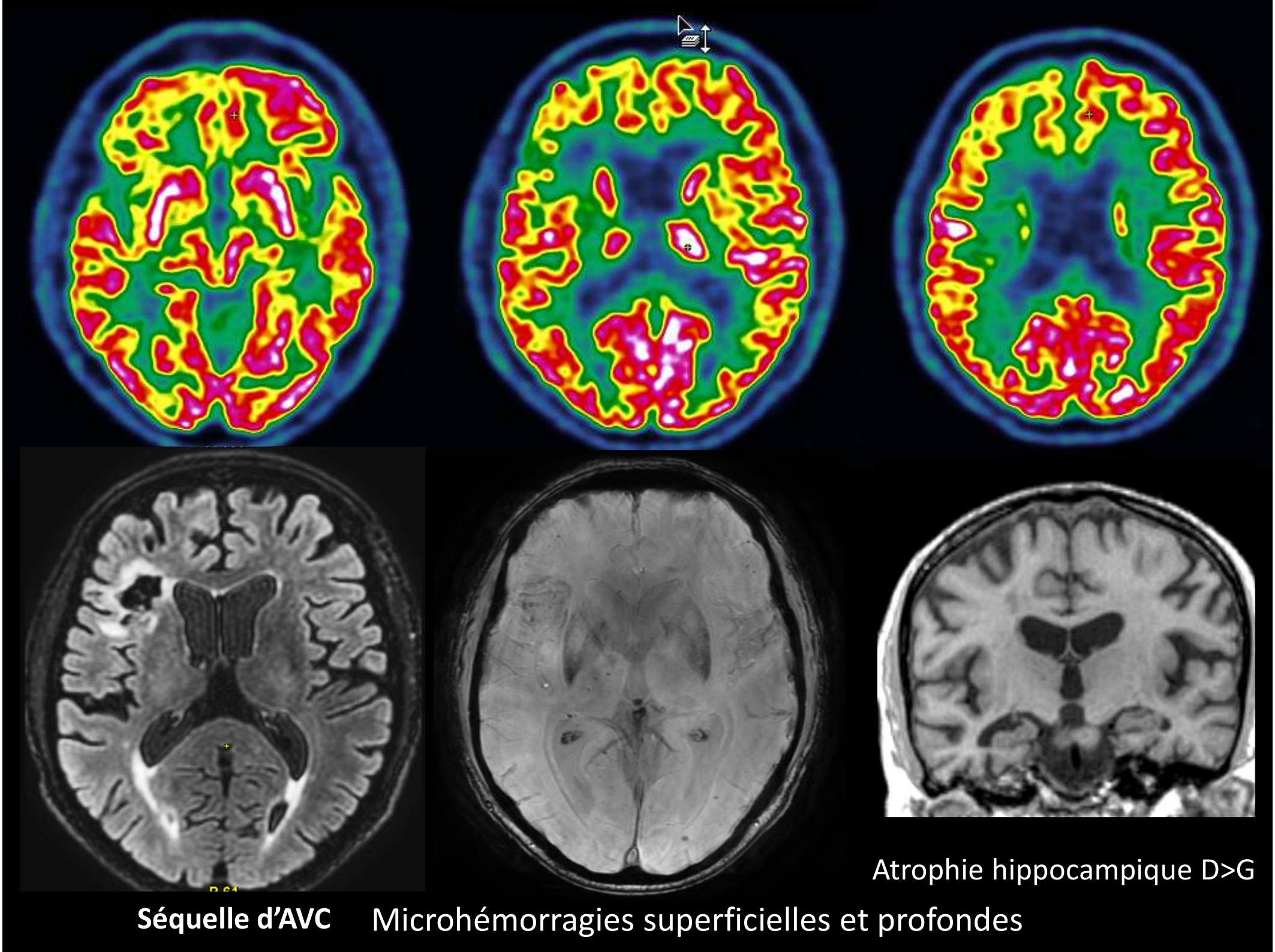
→ Meilleure confiance dans l'évaluation de l'hypométabolisme

→ **Evaluation des lésions vasculaires et de leur retentissement**

65 ans
Antécédent d’AVC frontal droit
Trouble de la mémoire
Troubles du langage
Syndrome dysexecutif

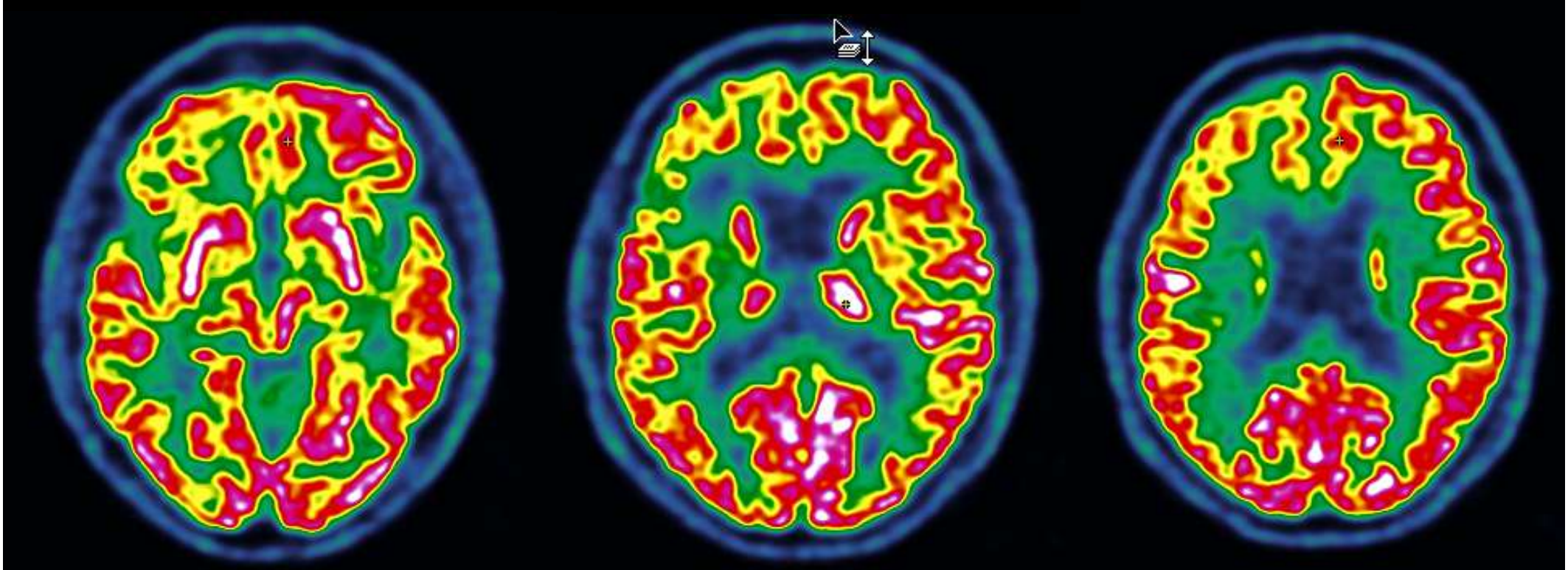
Pathologie vasculaire
+ dégénérescence lobaire frontotemporale ?

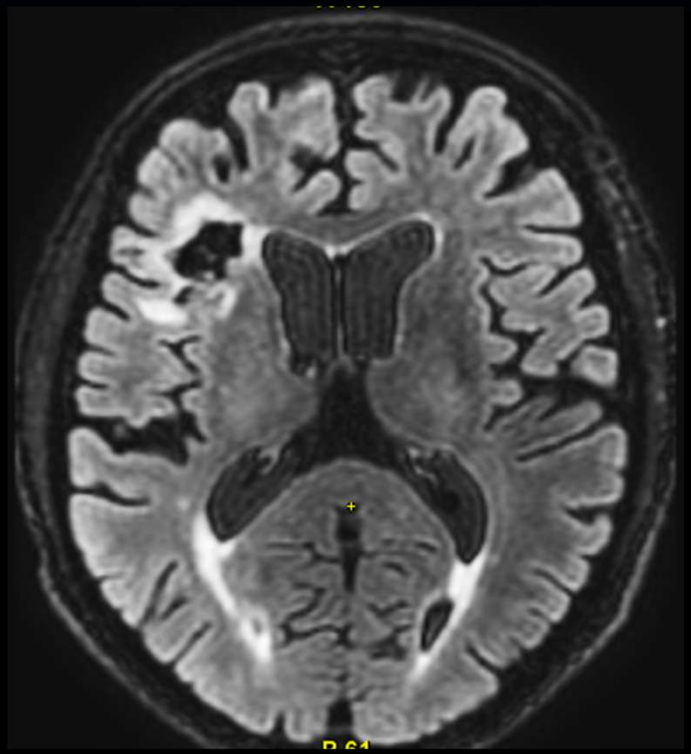




Atrophie hippocampique D>G

Séquelle d'AVC Microhémorragies superficielles et profondes





Hypométabolisme de désafférentation (vasculaire)

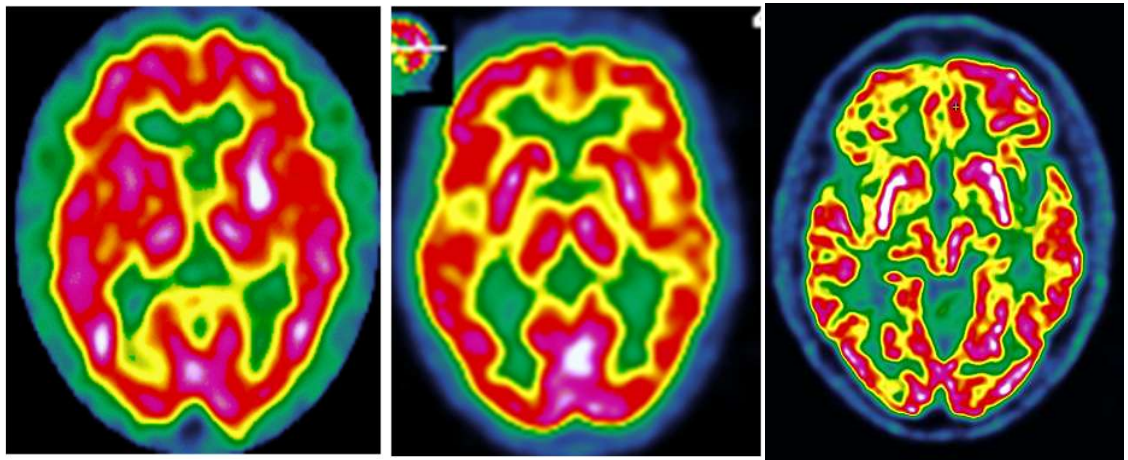
Qu'apporte la TEP-IRM au diagnostic des maladies neurodégénératives ?

→ Meilleure confiance dans l'évaluation de l'hypométabolisme

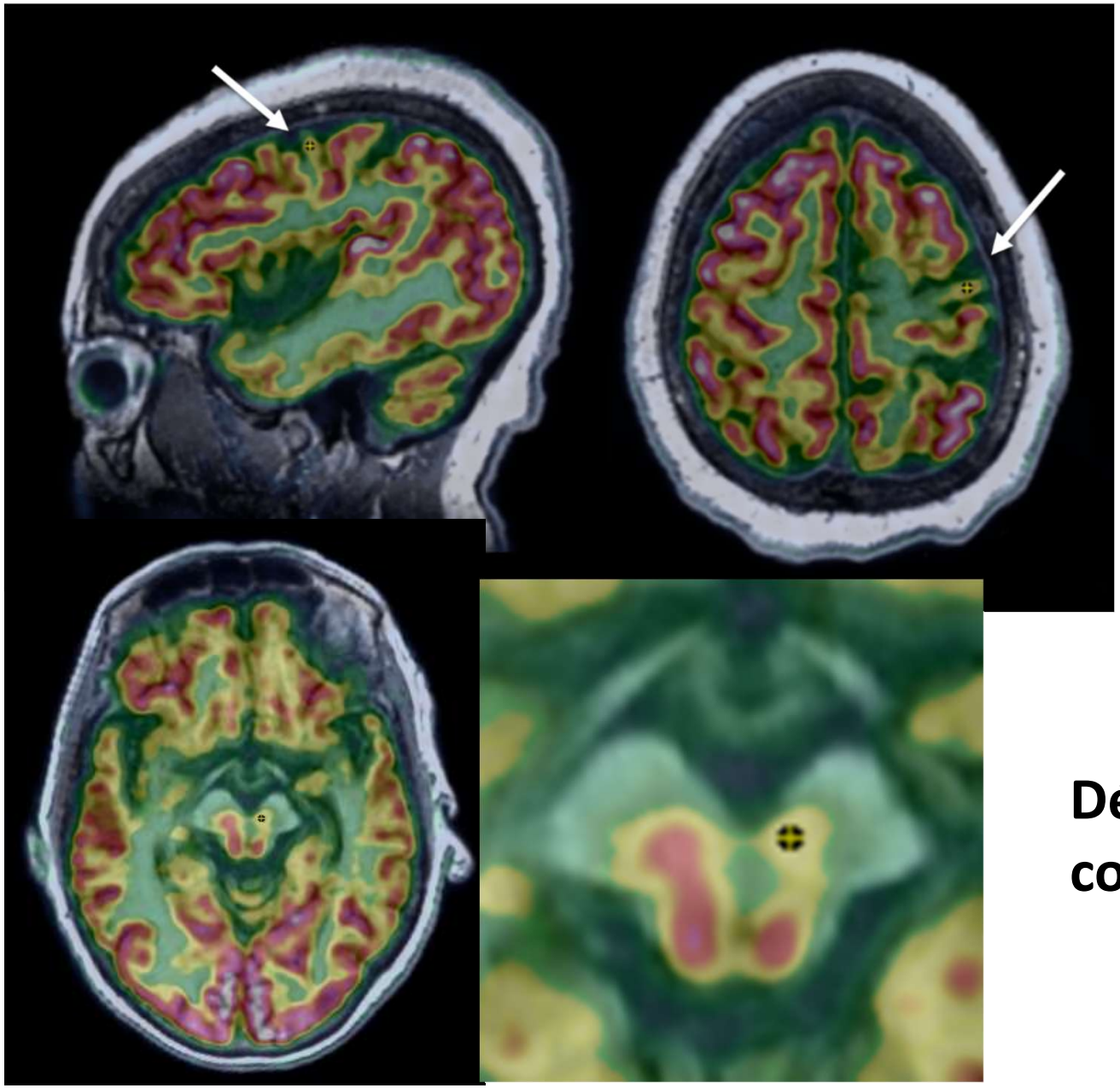
→ Evaluation des lésions vasculaires et de leur retentissement

→ **Analyse de petites structures**

TEMP TEPscan TEP-IRM



Analyse du tronc cérébral et du cortex à l'échelle du gyrus



Dégénérescence cortico-basale

Qu'apporte la TEP-IRM au diagnostic des maladies neurodégénératives ?

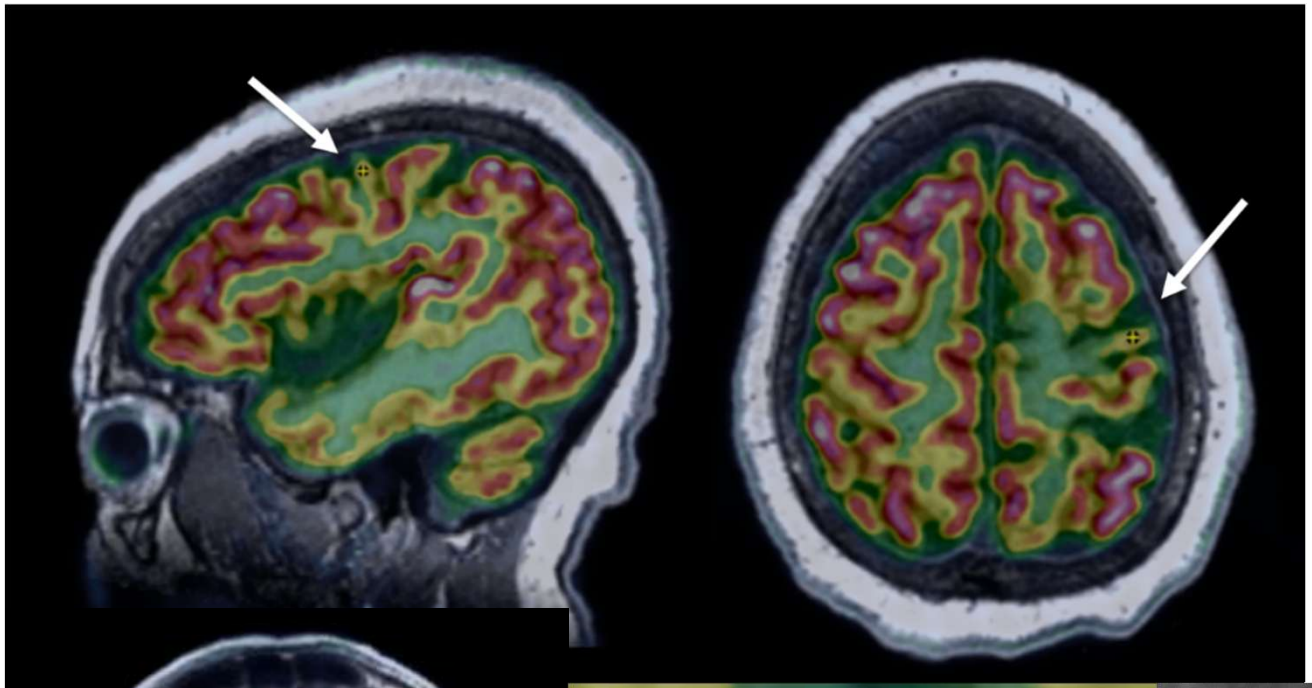
→ Meilleure confiance dans l'évaluation de l'hypométabolisme

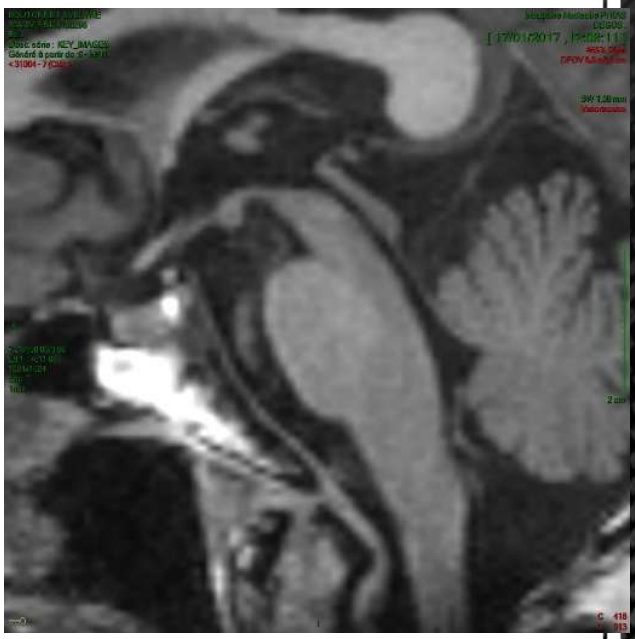
→ Evaluation des lésions vasculaires et de leur retentissement

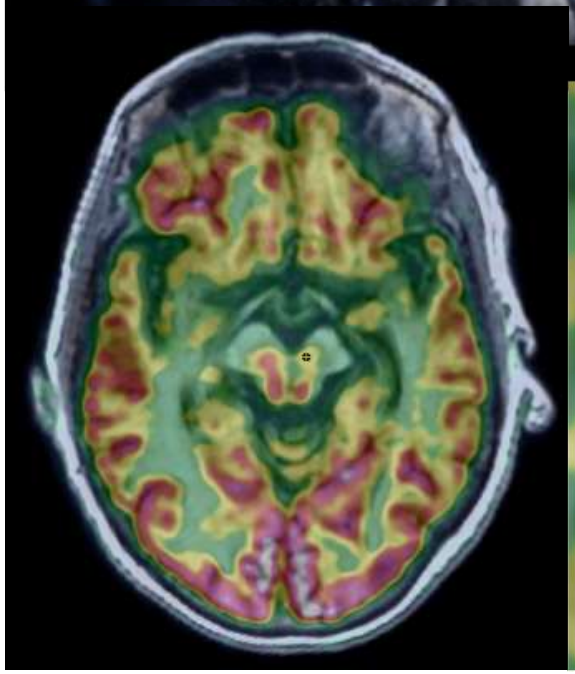
→ Analyse de petites structures

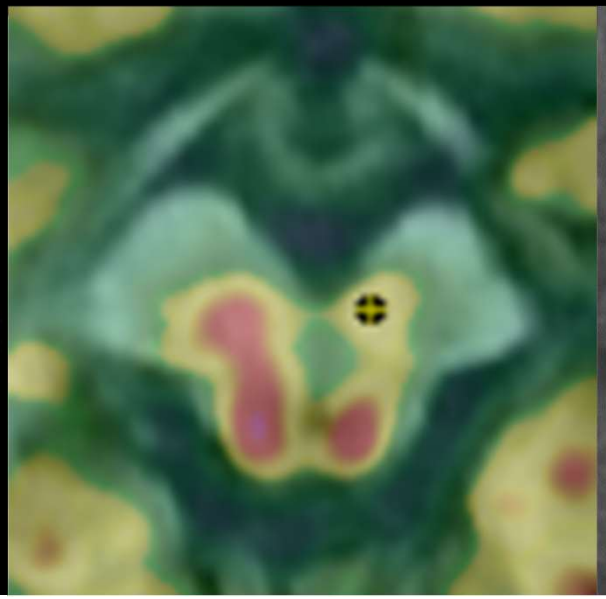
→ Synergie TEP et IRM

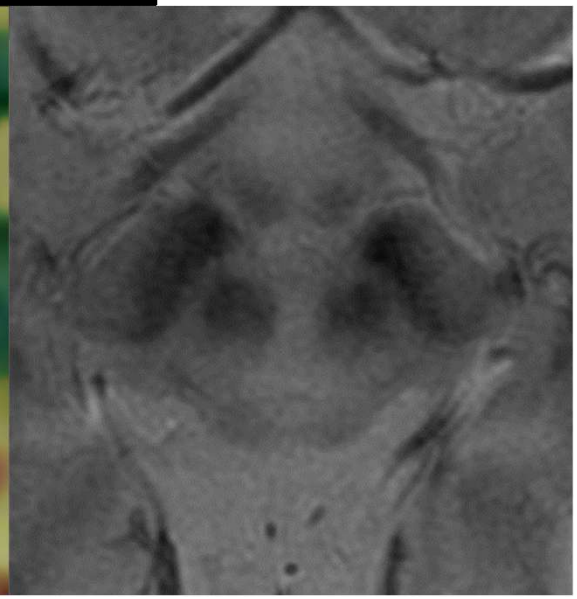
IRM complémentaire



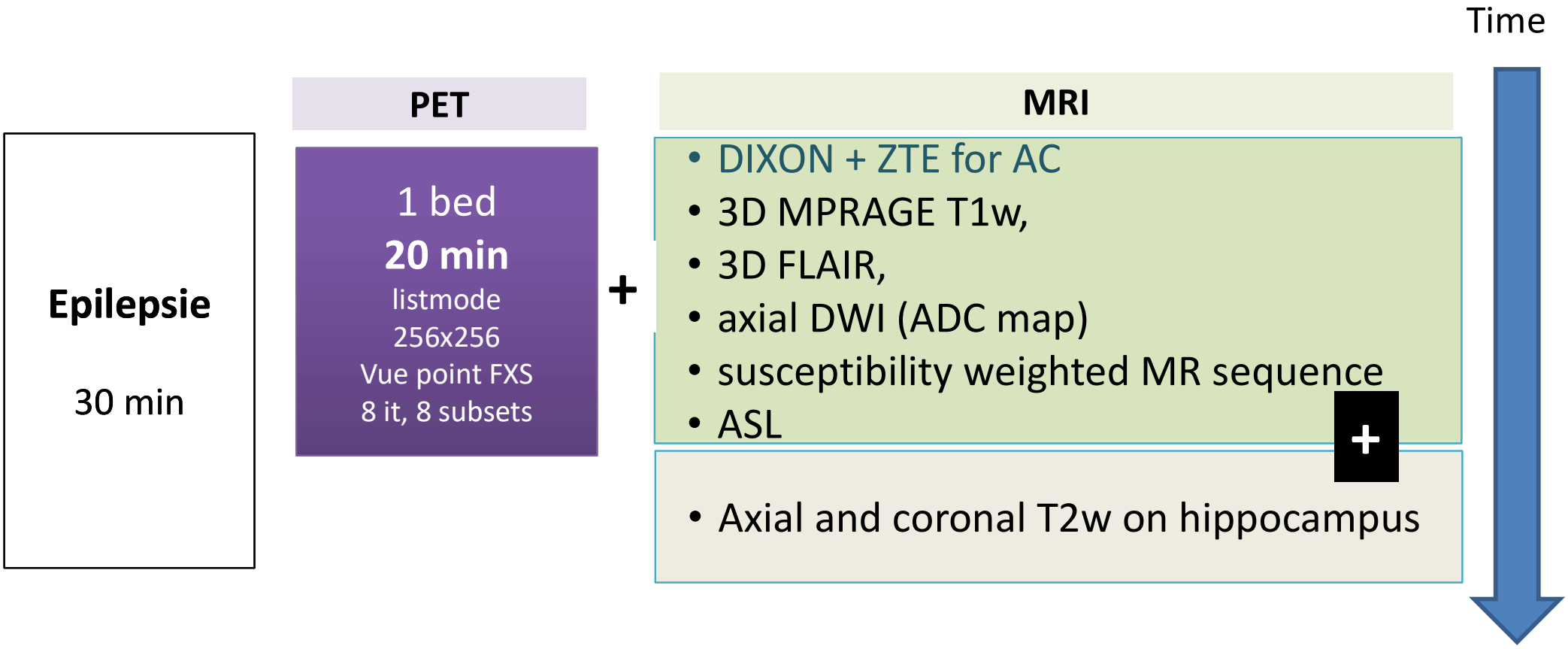






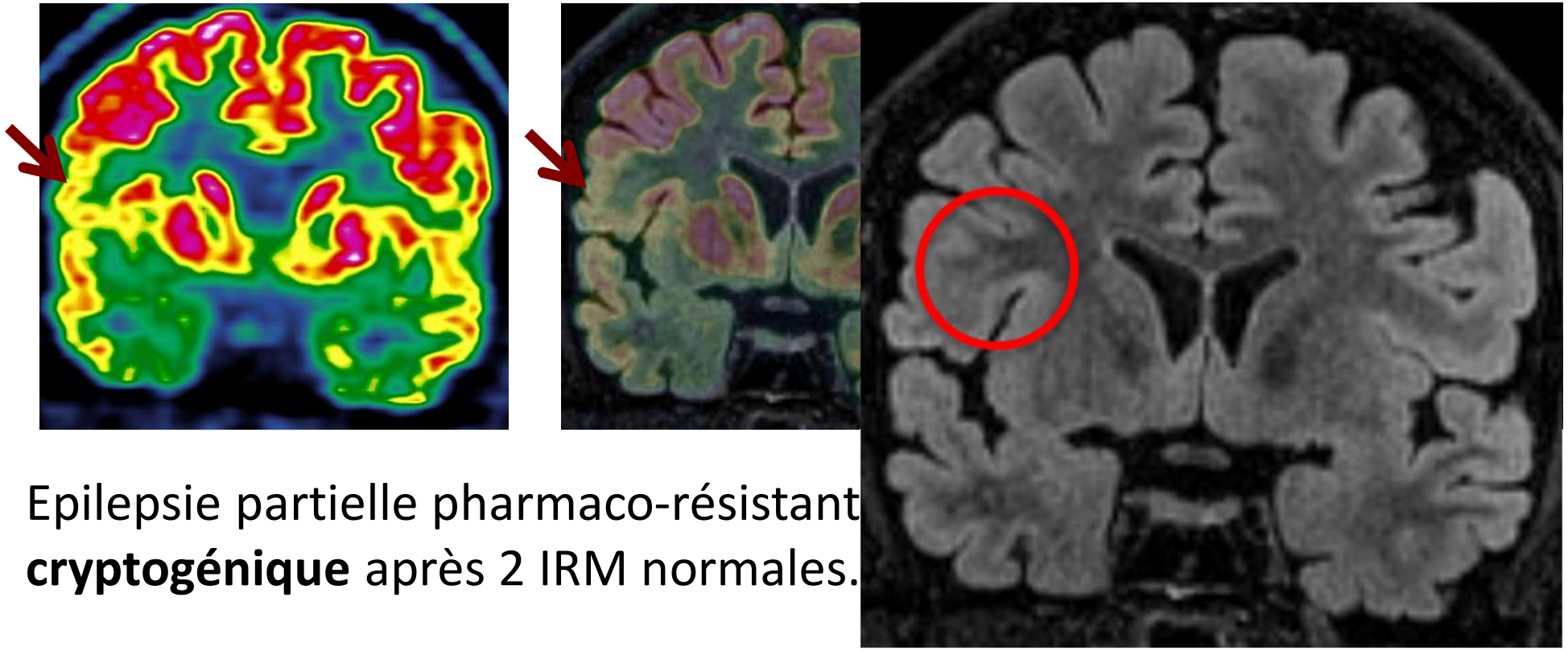


Protocole TEP-IRM pour l'épilepsie



18FDG : 2 MBq/kg et acquisition 30 p.i.

Bilan préchirurgical des épilepsies partielles pharmaco-résistantes
BUT : Trouver le point de départ de l'épilepsie



Epilepsie partielle pharmaco-résistant **cryptogénique** après 2 IRM normales.

Hypométabolisme frontal droit → découverte d'un hypersignal FLAIR de la SB « en queue de radis » en regard de l'hypométabolisme →dysplasie corticale→ **lésion épileptogène.**

18F-FDG PET/MR in focal epilepsy: A new step for improving the detection of epileptogenic lesions

Flaus et al 2021

N = 25 EPPR (9 temp, 16 extratemp)

Délai entre TEP : 2.9 ± 2.3 ans (0-10)

IRM =	*4 lesions identifiées /25 (3 DCF + 1 SH)*
PET/CT + IRM =	*8 lesions /25 (+ 3 DCF + 1 malf Hc)*
PET/MR =	*14 lesions /25 (+ 6 DCF)*

Détection TEP/IRM > fusion TEP/CT + IRM

Impact sur la décision chirurgicale 10/25 (40%)

Importance de pouvoir avoir les 2 examens le même jour

Protocole TEP-IRM en neuro-oncologie

Brain tumor

40 min

PET

One bed
30 min

listmode
256x256
Vue point FXS
8 it, 8 subsets

MRI

- DIXON + ZTE for AC
- 3D spin echo fat sat T1w,
- axial T2w (for initial staging)
- 3D FLAIR, axial DWI (ADC map)
- 2D susceptibility weighted MR sequence
- ASL MR perfusion

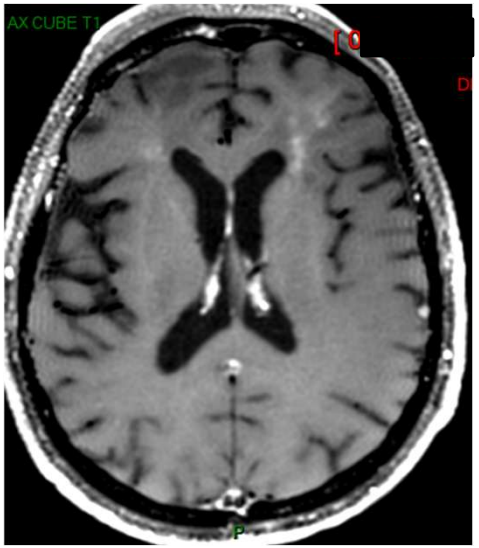
+

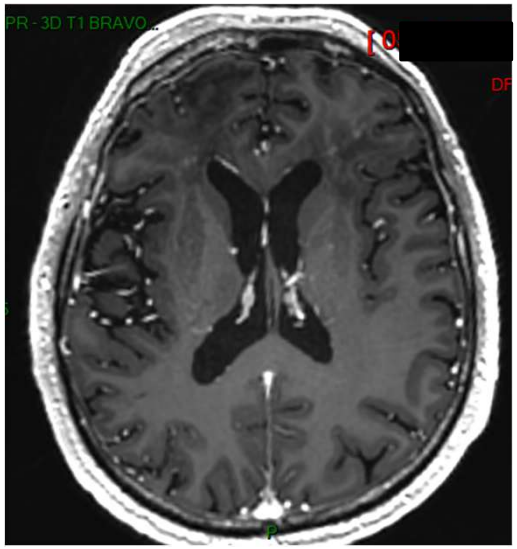
- Dynamic susceptibility contrast MR perfusion
- Post-contrast 3D spin echo fat sat T1w
- Spectroscopy (in low grade glioma)

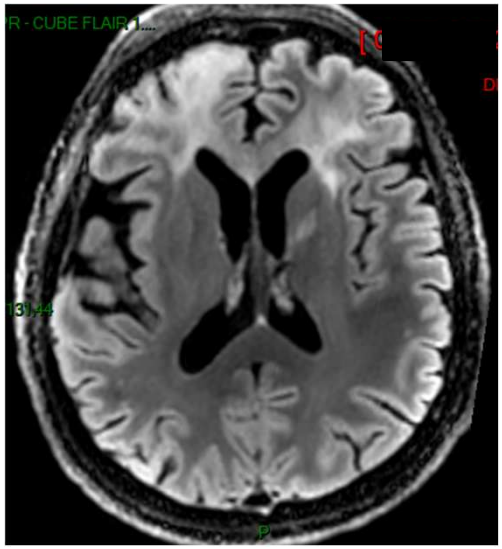
18FDOPA : 2 MBq/kg
PET acquisition starts with tracer injection

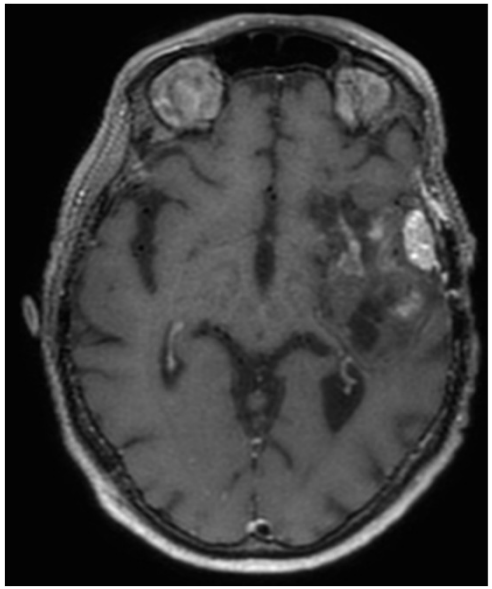
Quelles séquences IRM ?

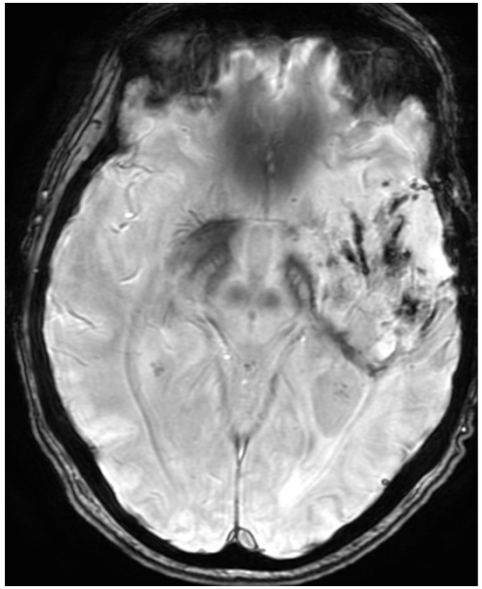
Etude morphologique
T1, T2 FLAIR
T1 avec et sans Gado FAT SAT

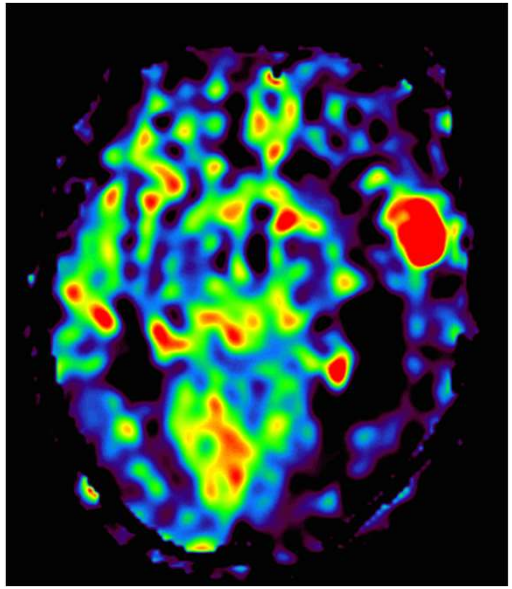


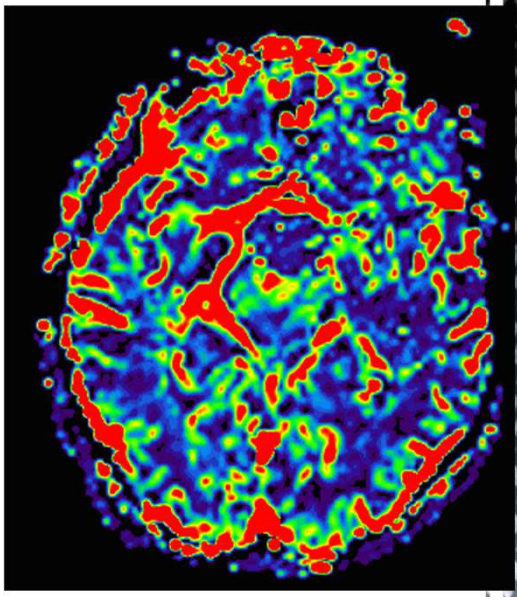






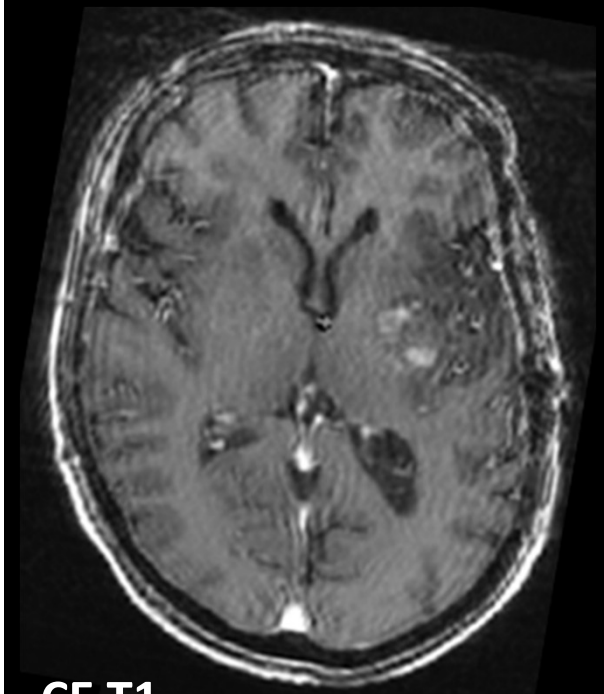




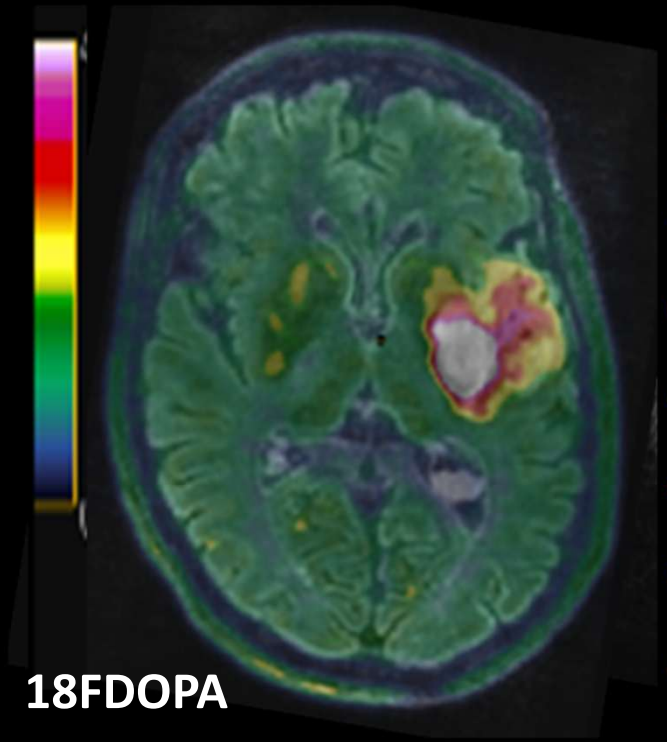


T1 gado Fatsat | Susceptibilité magnétique | ASL perf sans injection de PdC | Perf T2*après gado rCBV

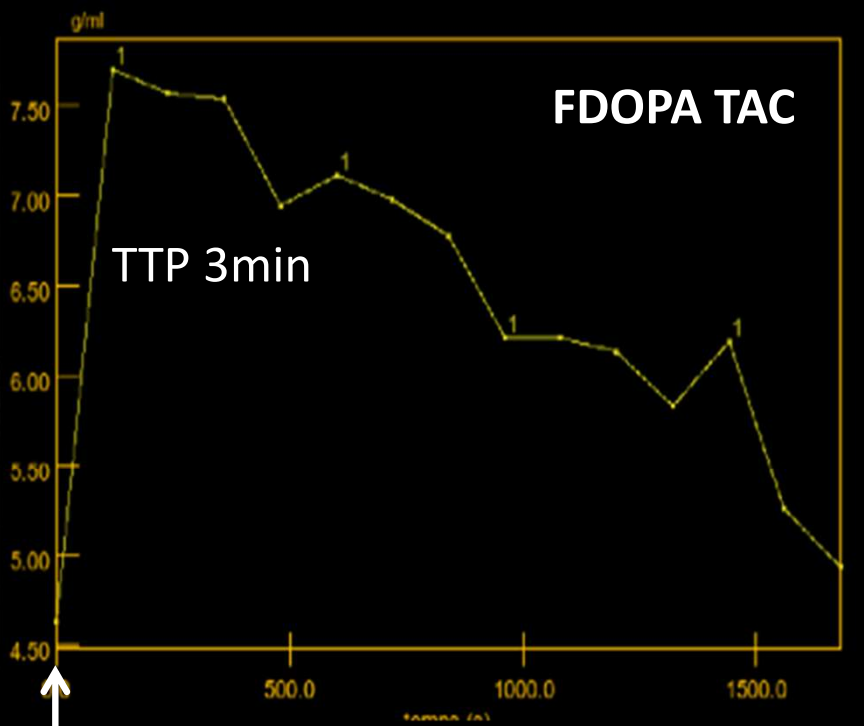
Anaplastic oligodendroglioma : recurrence vs. radionecrosis

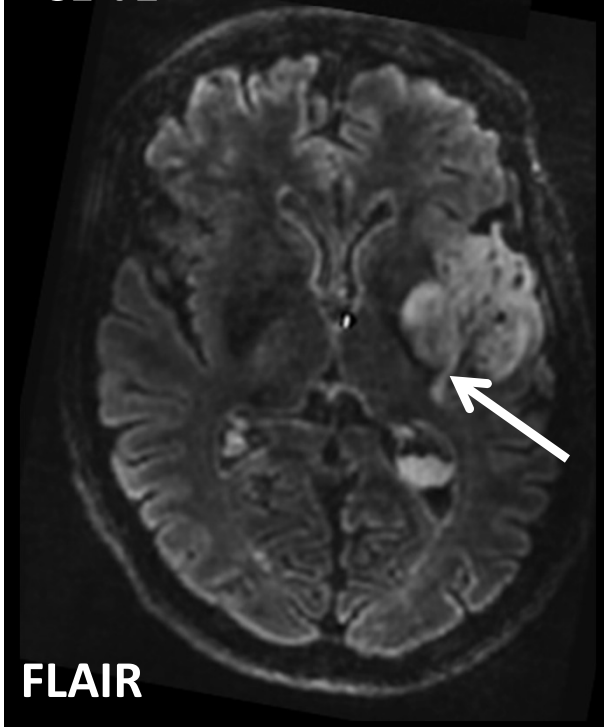


CE T1

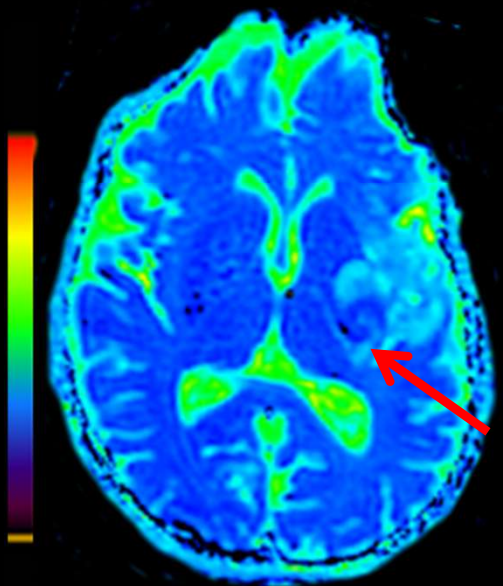


18FDOPA

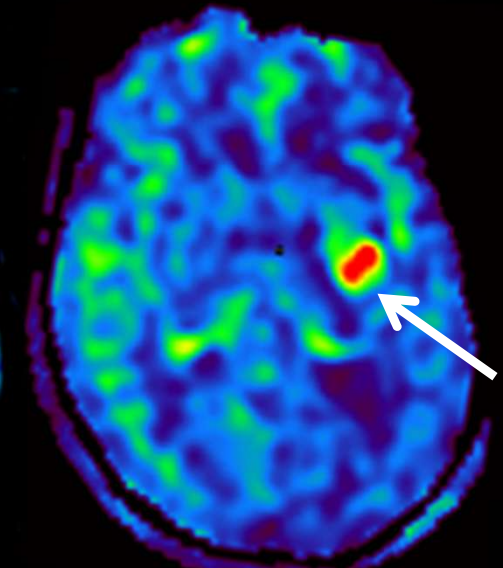




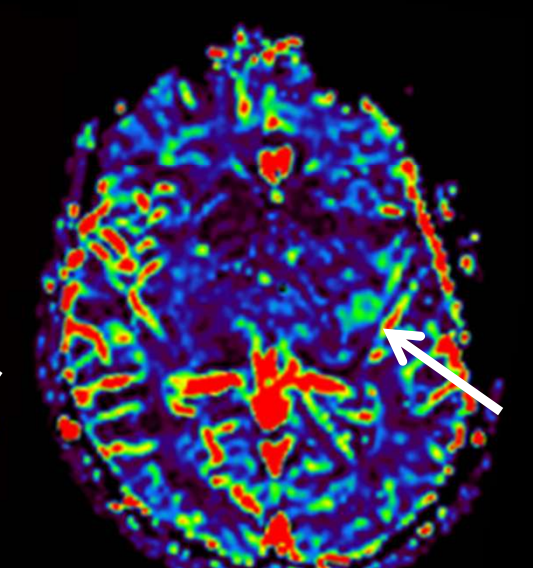
FLAIR



ADC map

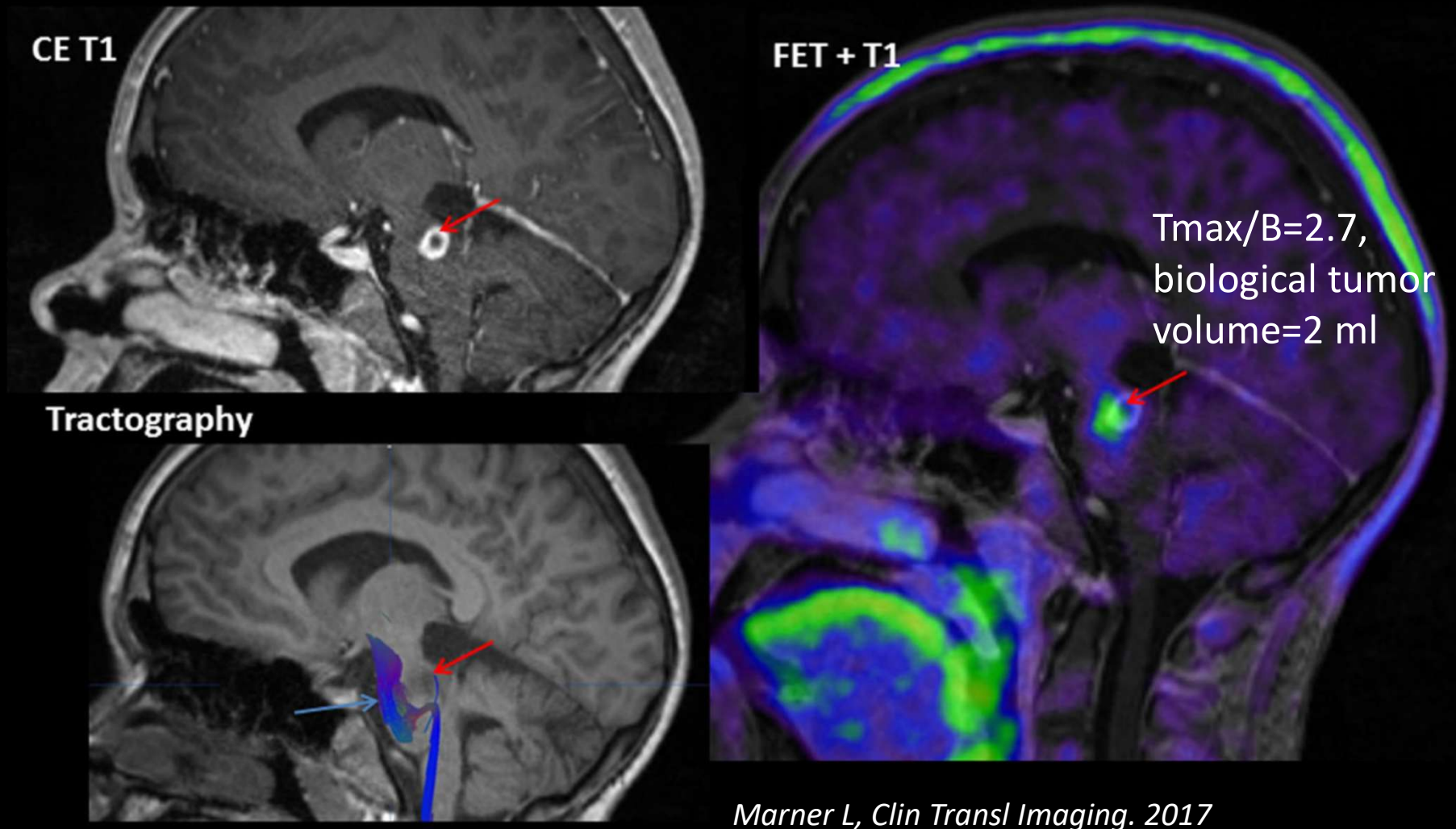


ASL : rCBF



DCE : rCBV

Exhaustive presurgical examination with fMRI or tractography from diffusion tensor imaging



Marner L, Clin Transl Imaging. 2017

Presurgical planning. Sagittal images of a 15-year-old boy with pilocytic astrocytoma (WHO I) in the brain stem. Post-contrast T1 MRI (upper left) showed contrast-enhancing tumor (red arrow) with high metabolic activity on FET PET in the anterior parts of the tumor. Tractography from DTI coregistered to pre-contrast T1 MRI (lower left) showed a close relationship of the corticospinal tract (bluearrow) to the tumor (red arrow). Thus, chemotherapy was decided to be safer than surgery

Conclusions

- Intérêt en clinique : neuro-oncologie > épilepsie > démences
- Examen réalisable en routine clinique
- Attention à la durée des examens
- Plus de confort pour le patient
- Gain en précision diagnostique et niveau de confiance car multimodalité et double expertise de lecture