

Imagerie encéphalique et motricité

THIBAUT Aurore

Physiotherapist

PhD Student

Coma Science Group

Pr. Steven LAUREYS, Dr. Olivia GOSSERIES



Université
de Liège



www.comascience.org

Plasticité neuronale



www.comascience.org

Réorganisation corticale

Perte fonctionnelle directe (1) et indirecte (2)

1) Aires cérébrales épargnées (péri lésionnelles ou controlatérales) assument des fonctions auparavant exercées par le tissu cérébral lésé

2) Récupération, après un arrêt temporaire, de la fonction cérébrale qui n'a pas été directement détruite par l'AVC mais affecté la désafférentation (diaschisis)

Plasticité corticale

Mécanismes de plasticité post-AVC

- Désinhibition du cortex moteur \Rightarrow \nearrow utilisation voies épargnés (*hémisphère lésé*)
- \nearrow recrutement voies l'hémisphère sain \Rightarrow suppléer aux voies corticospinales lésées
- Régulation corticales des commandes descendantes des neurones prémoteurs sur les neurones propriospinaux

Techniques d'imagerie

TEP – IRM/IRMf – EEG – SMT



www.comascience.org

Imagerie encéphalique

TEP: métabolisme cérébrale

IRM: structurelle

atrophie (VBM)

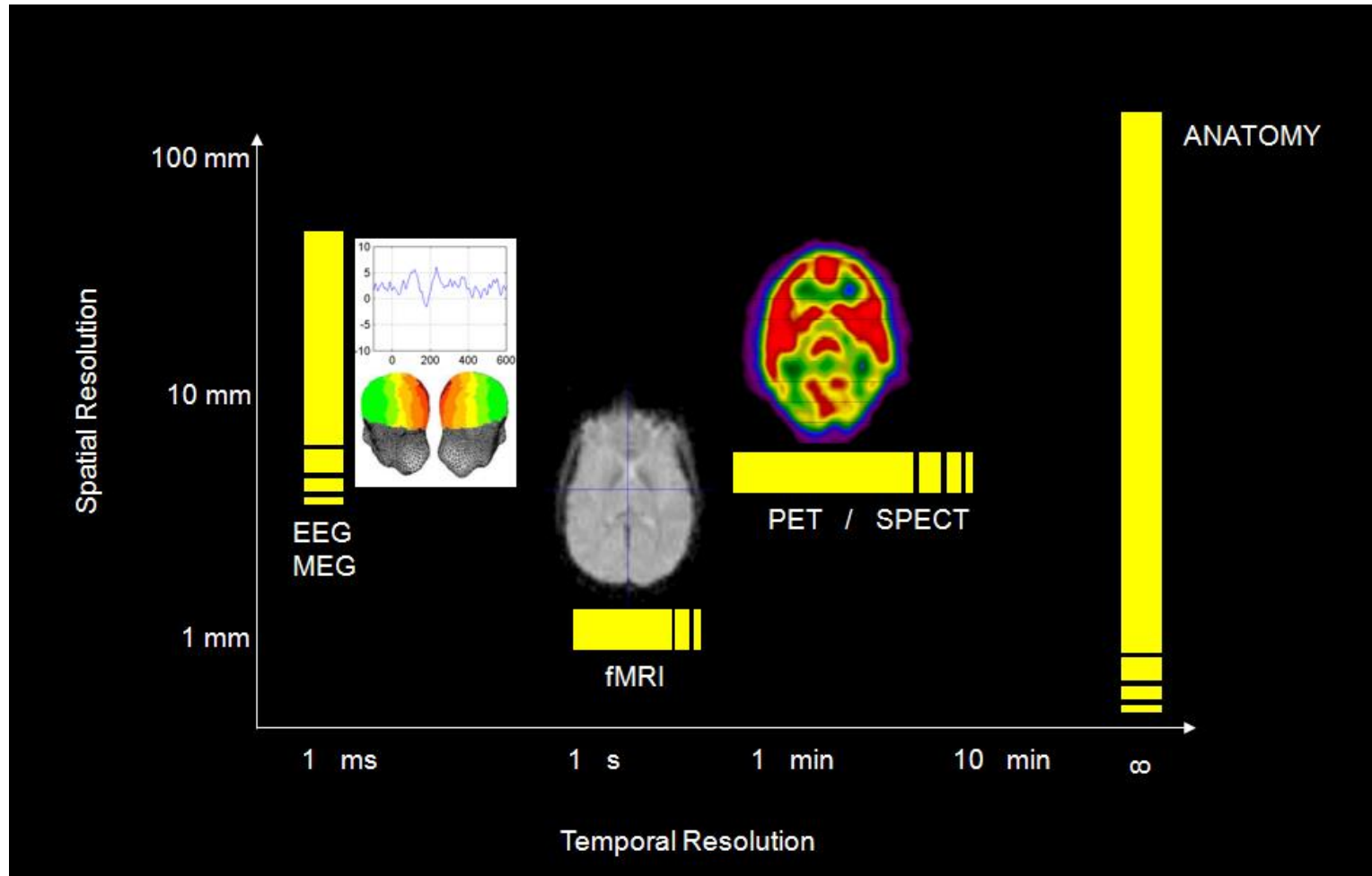
lésion matière blanche (DTI)

IRMf: active et passive

EEG: activité corticale électrique

STM: potentiels évoqués moteurs

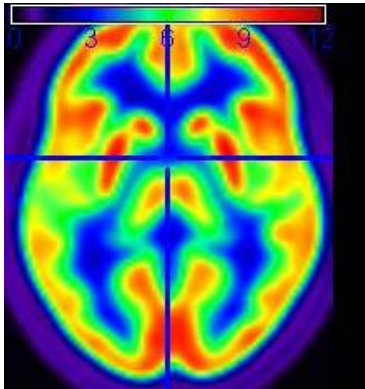
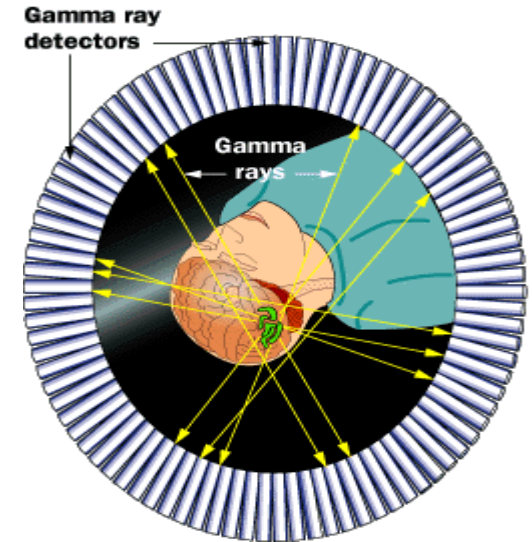
Résolution spatiale et temporelle



TEP (Tomographie à émission de positons)

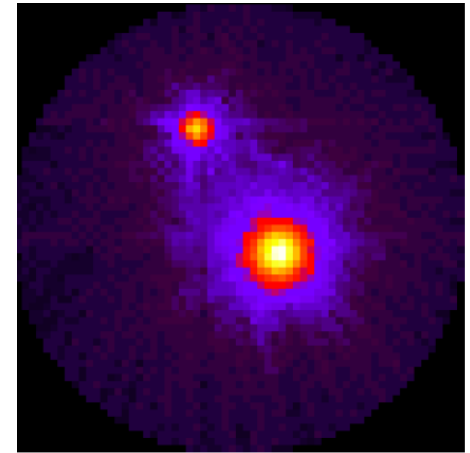
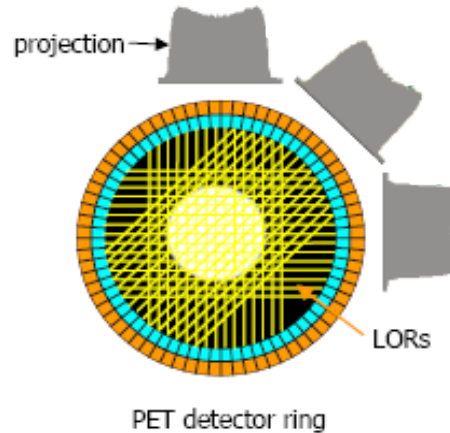
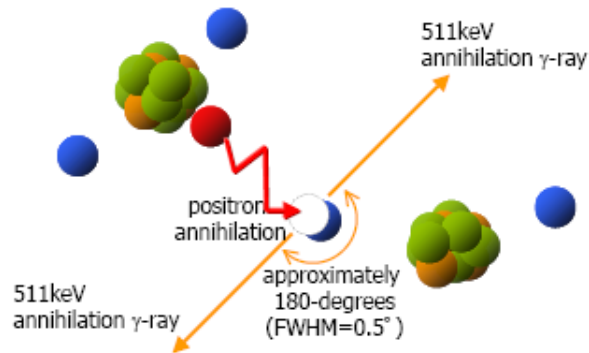
Injection d'isotopes radioactifs

- TEP détecte les radiations émises (rayons gamma)



^{18}F FDG: métabolisme cérébral, cancers, démences, crises d'épilepsie

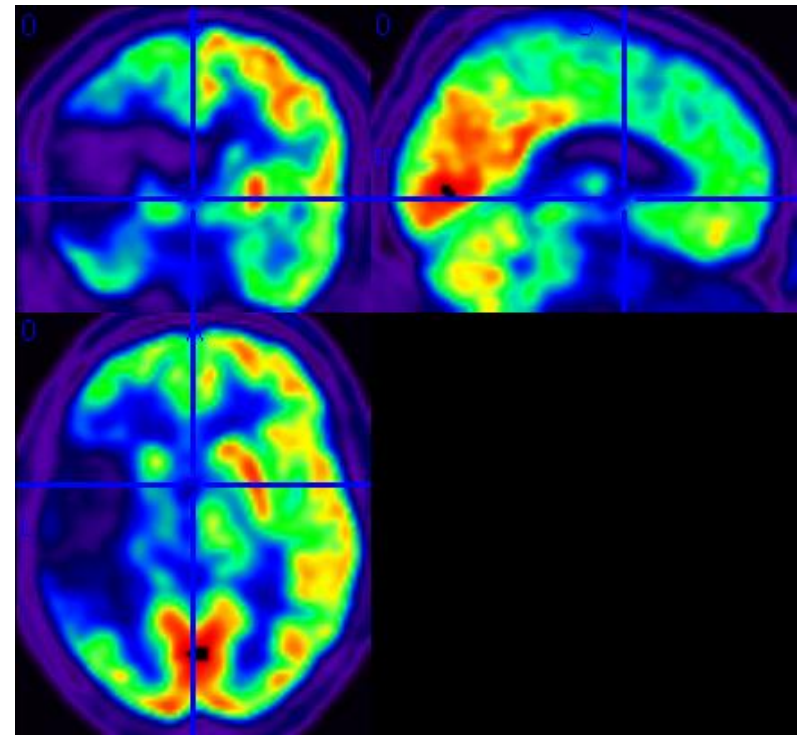
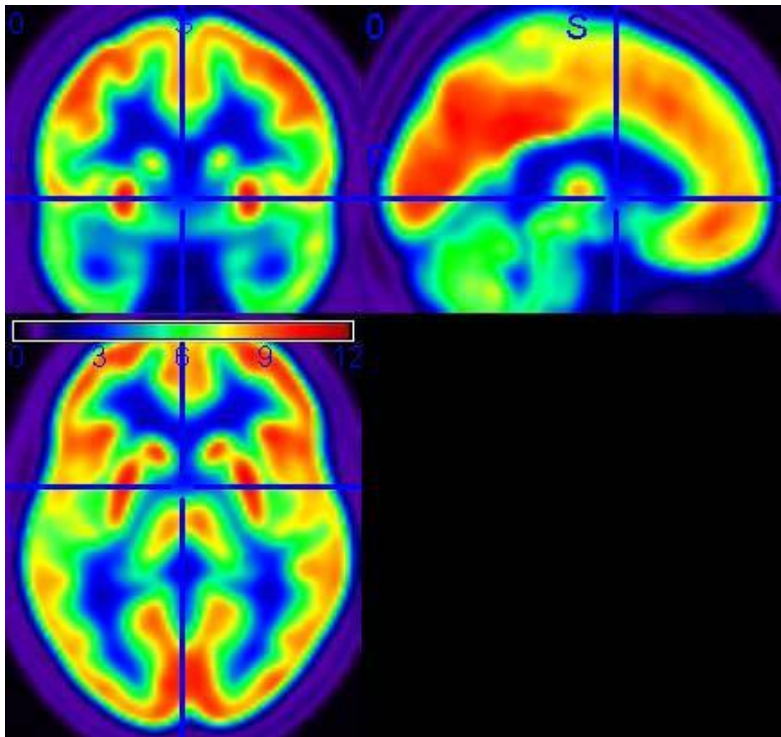
TEP (Tomographie à émission de positons)



Annihilation \rightarrow dégagement d'E à 180° \rightarrow détecteur \rightarrow LOR
 \rightarrow aires spécifiques

PET

Métabolisme global

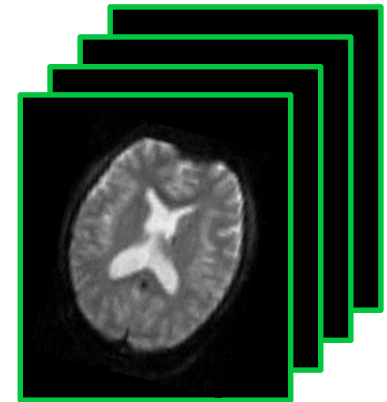
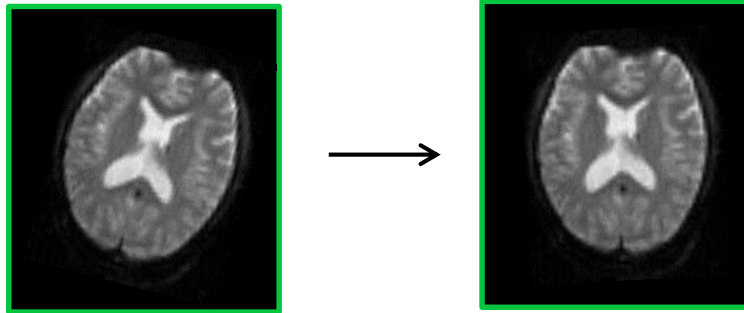


Analyses - SPM

Réalignement

Correction des mouvements de la tête
durant l'acquisition

Correction de position



Analyses - SPM

Normalisation

Déformer les images de telles sortes que les régions fonctionnelles homologues de différents sujets soient aussi proches que possible

⇒ Template

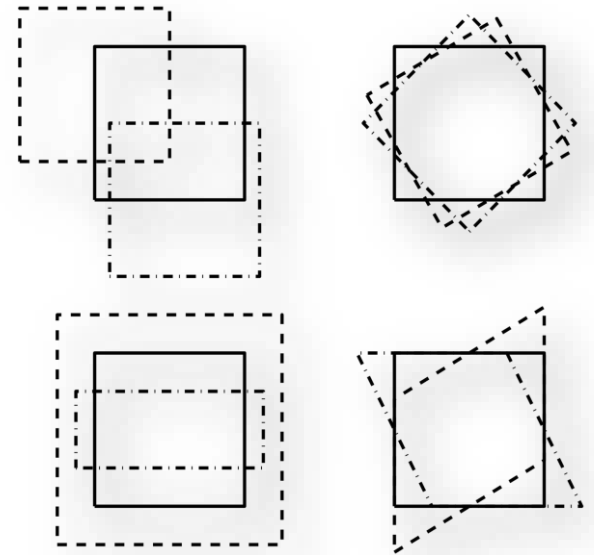
Transformation:

3 translations

3 rotations

3 zooms

3 shears



Analyses - SPM

Smoothing

Augmente la sensibilité

Moyenne inter-sujet

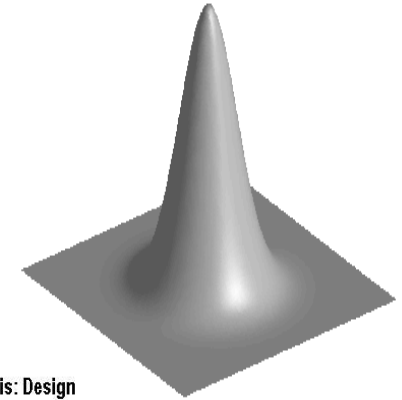
Applique le modèle linéaire général

⇒ Distribution gaussienne

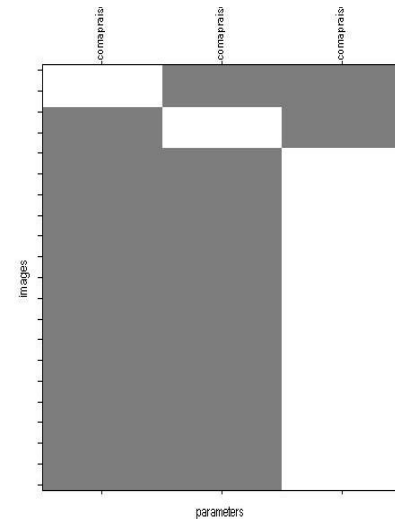
Convolution (par cercle ou Gaussienne)

Statistique

Test statistique de comparaison intersujet ou avec contrôles



Statistical analysis: Design



PET

20 minutes d'incubation après injection

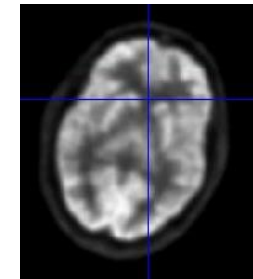
Acquisition de 12 min (PET-FDG)

1. 90 slices => 1 image

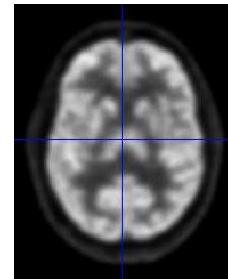
2. Réorientation

3. Normalisation

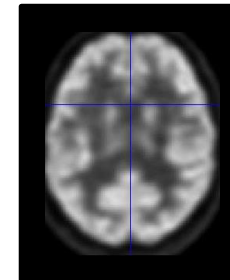
4. Smoothing



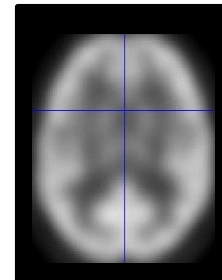
image



réalignement



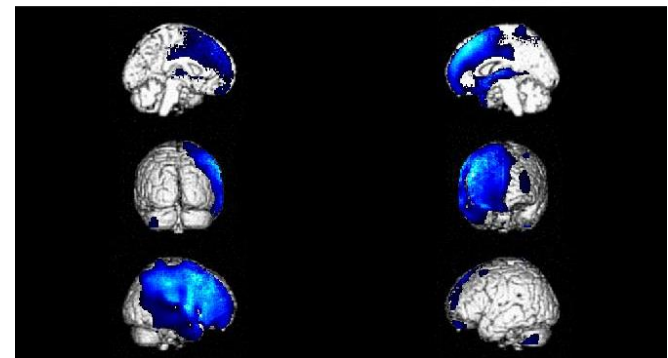
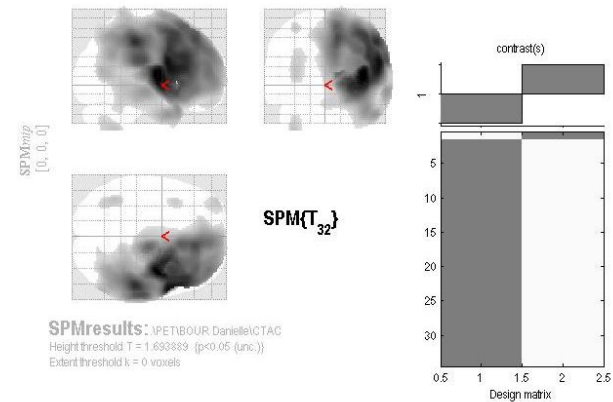
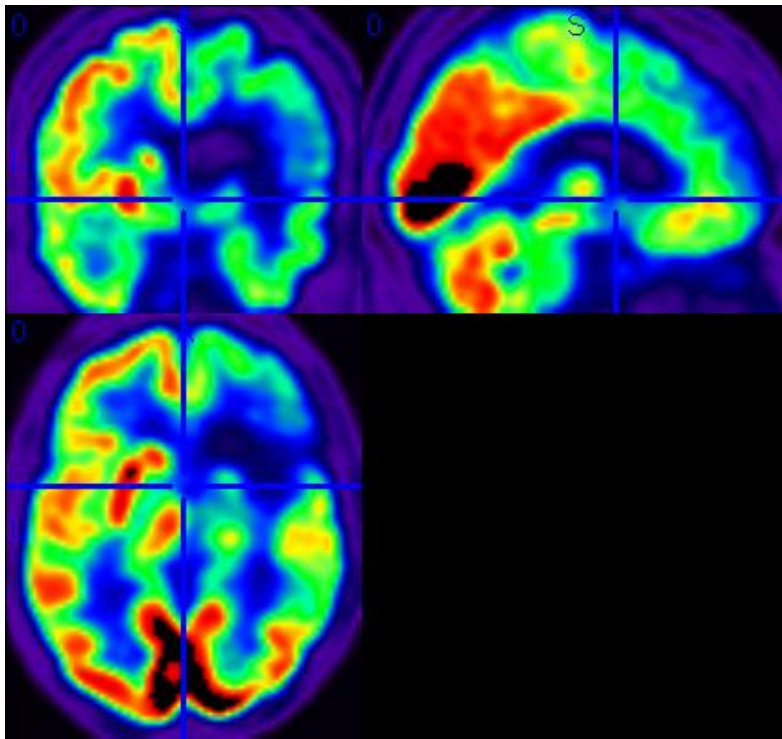
normalisation



smoothing

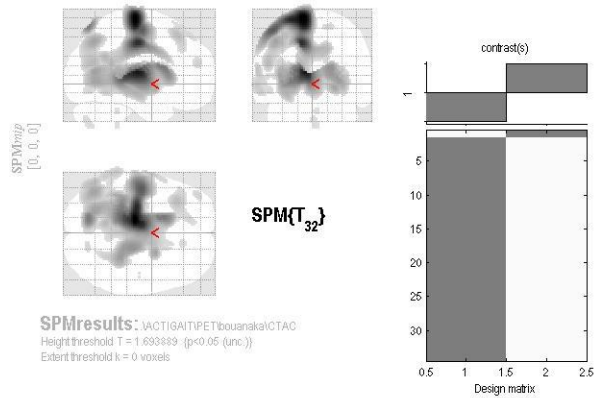
PET

5. Analyses statistiques

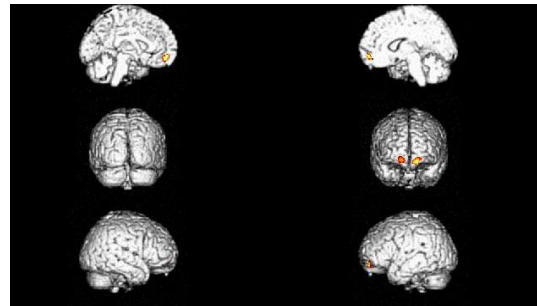


TEP

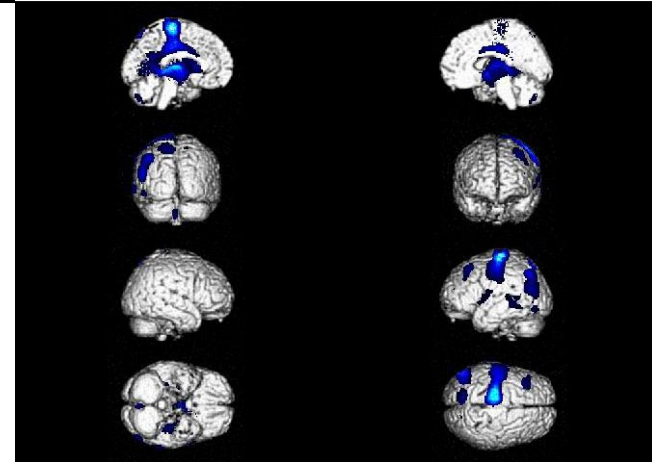
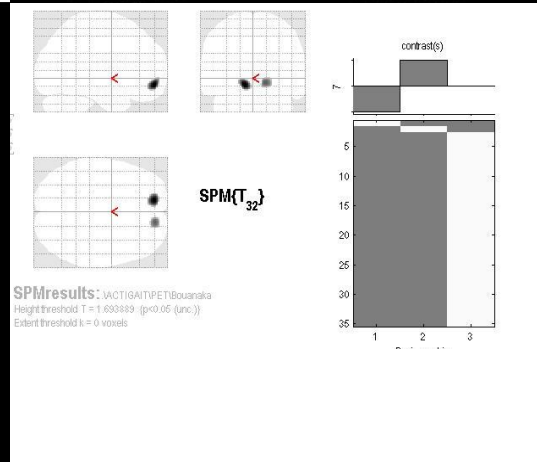
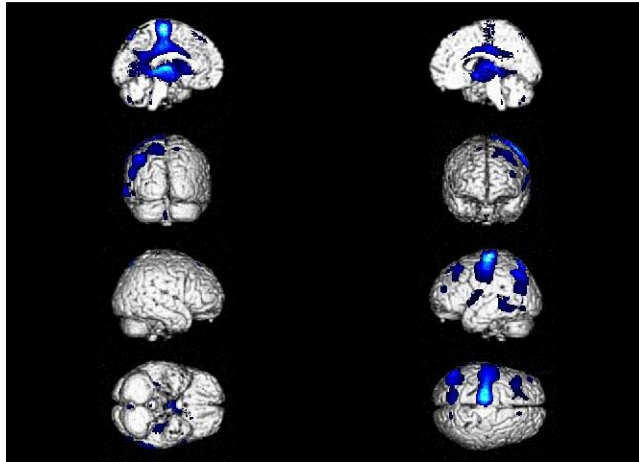
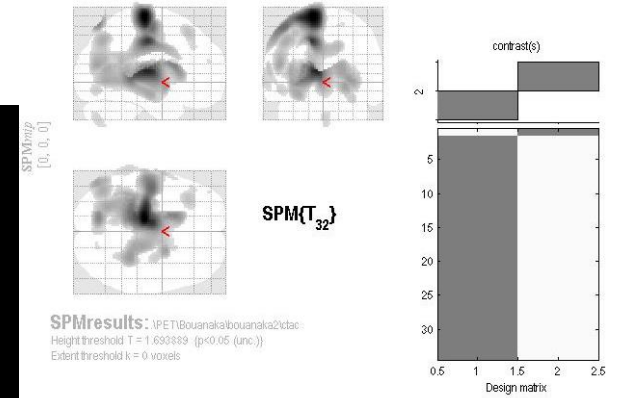
avant



amélioration

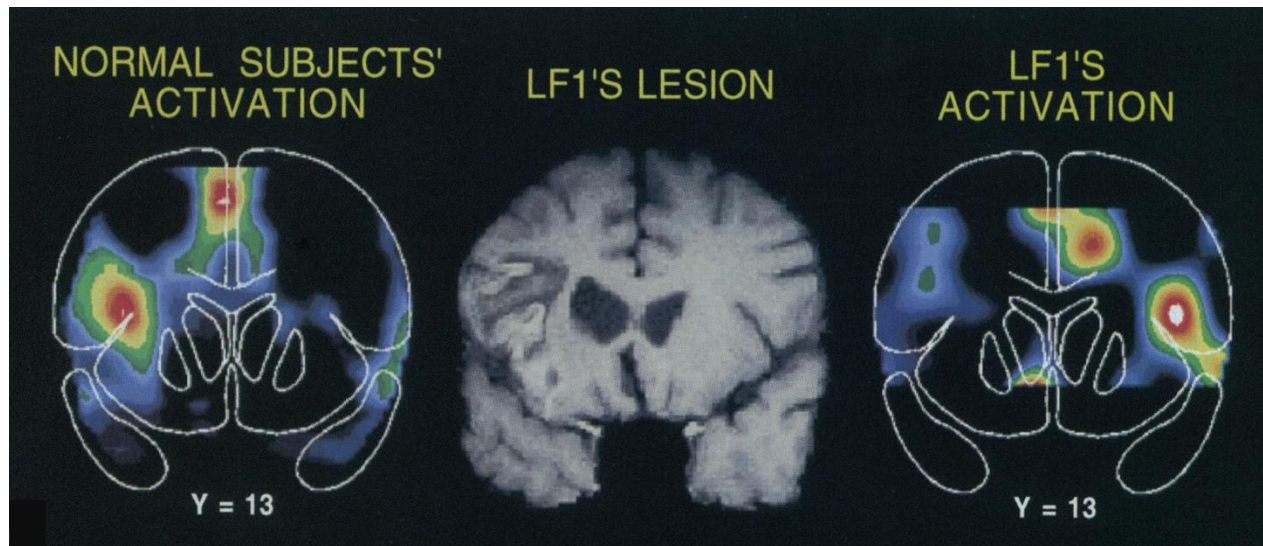


après



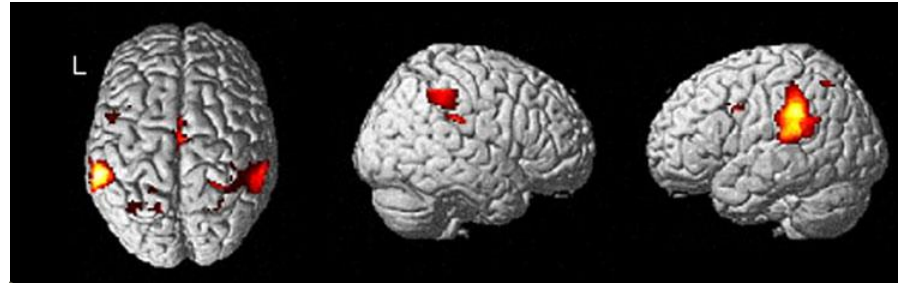
TEP: plasticité

Aphasie post AVC: augmentation de l'activité au sein de la région homologue controlatérale



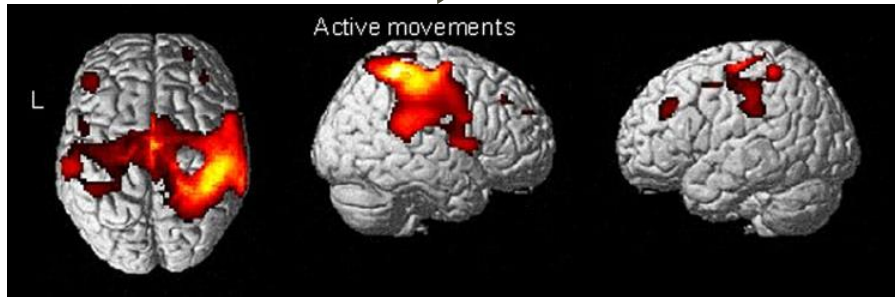
TEP: récupération motrice

Hémiplégie GAUCHE



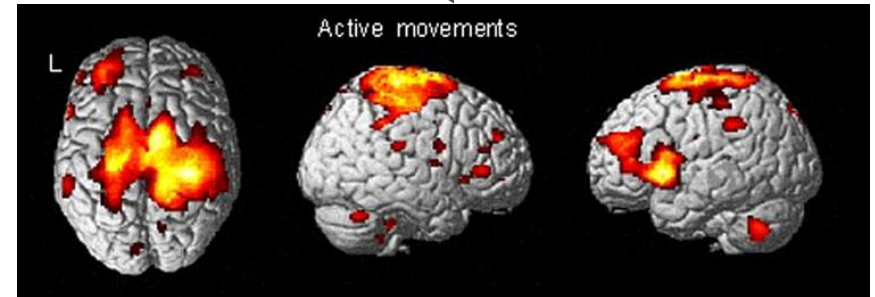
+

-



Activation

S1 droit et cortex pariétal
inf droit

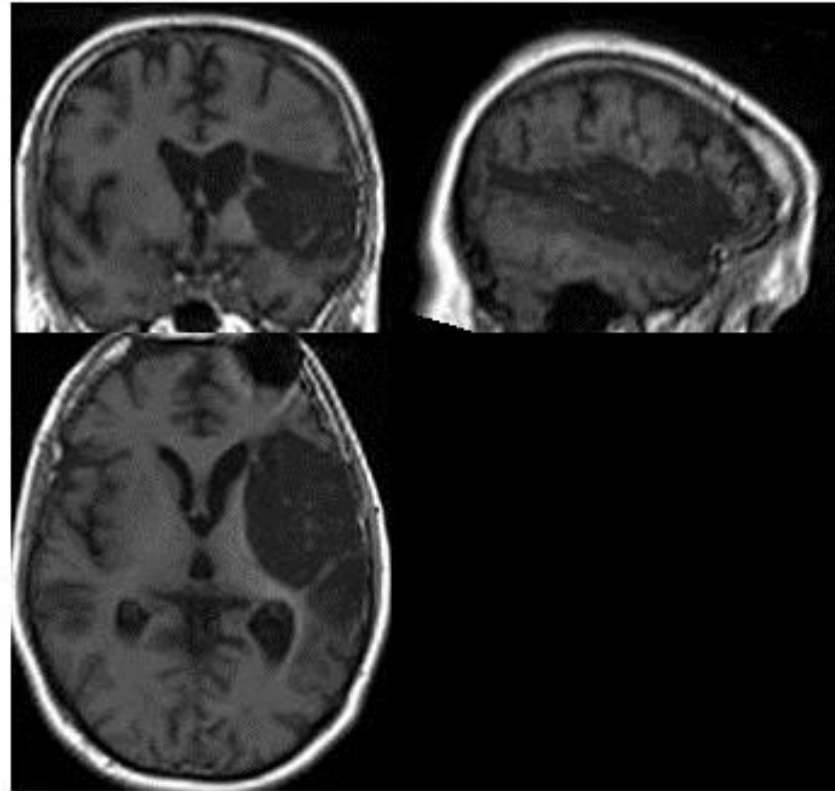


Activation

Bilatéralement
maximum : S1 & S2

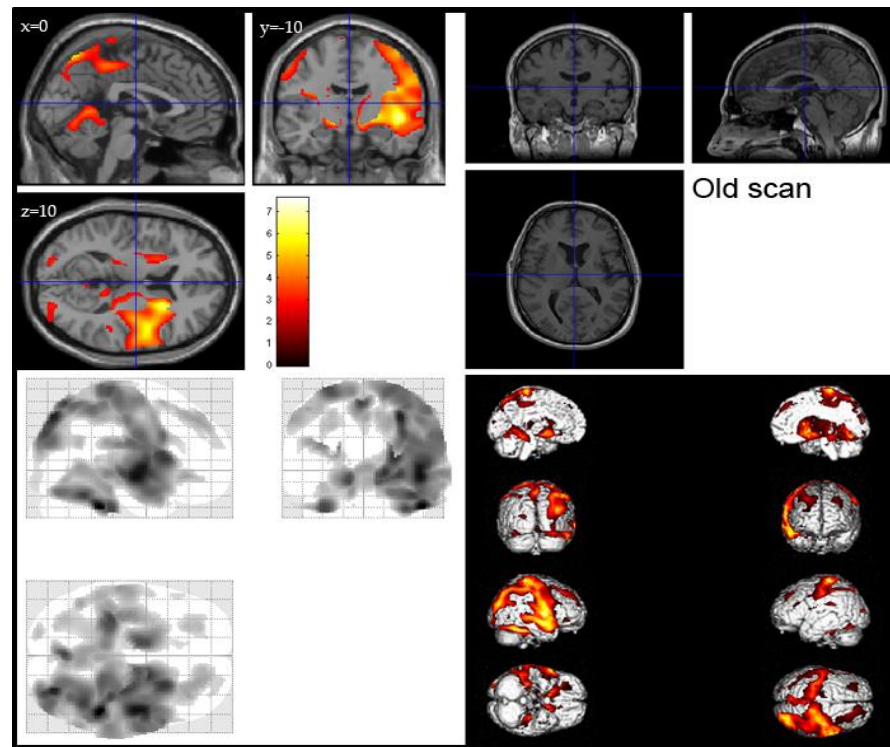
IRM structurelle

Imagerie par résonance magnétique
Objectiver les lésions structurelles

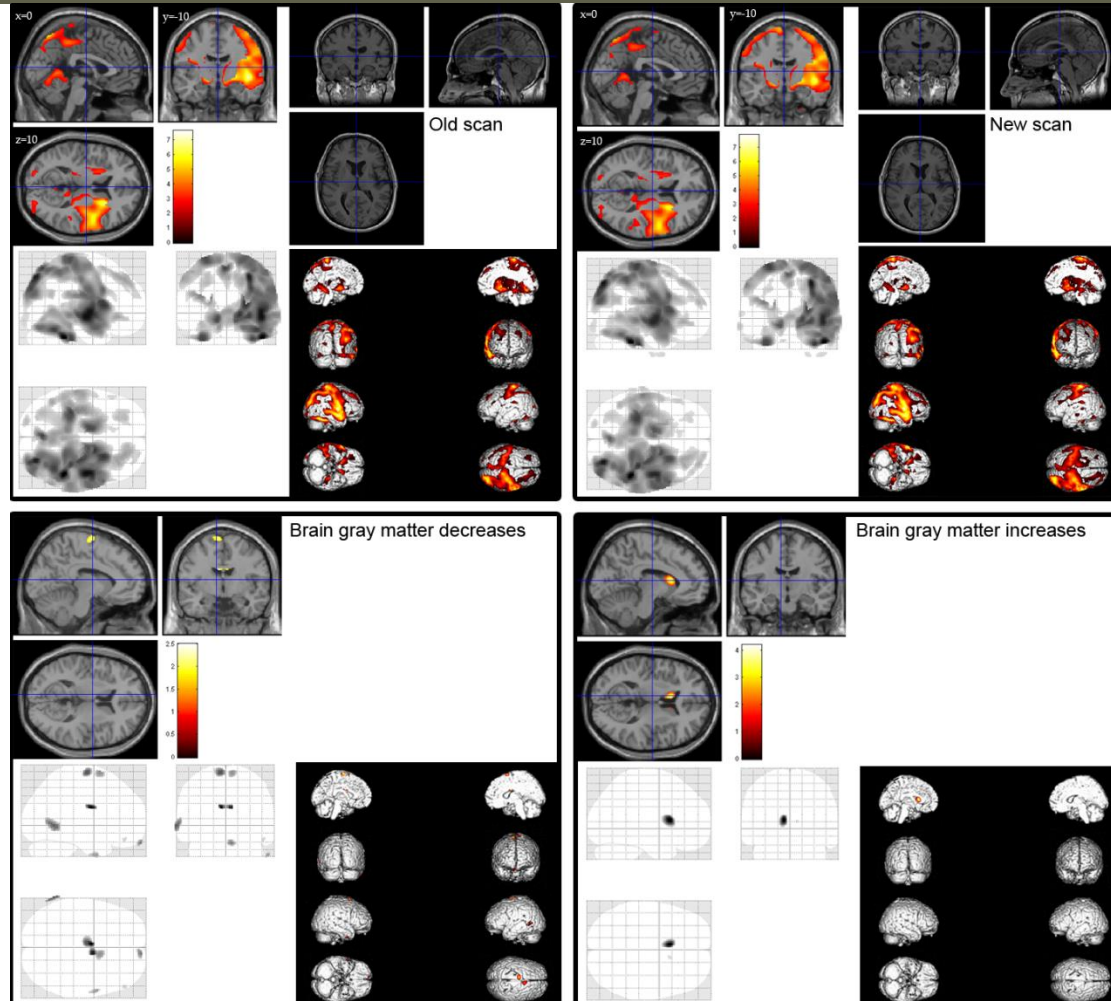


IRM - VBM

Voxel based morphometry (VBM)
Quantifie l'atrophie cérébrale



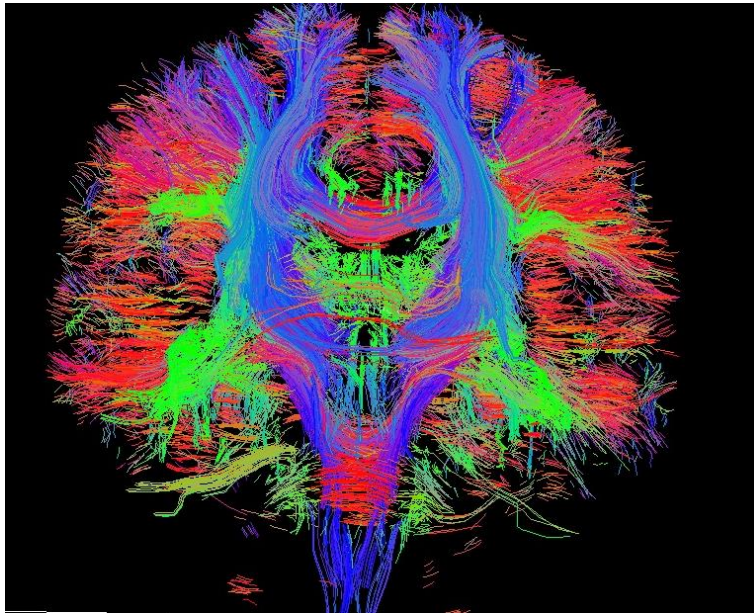
IRM - VBM



DTI (Imagerie par tenseur de diffusion)

Diffusion Tensor Imaging

Calcule la distribution des directions des molécules d'eau \Rightarrow position, orientation et l'anisotropie des axones

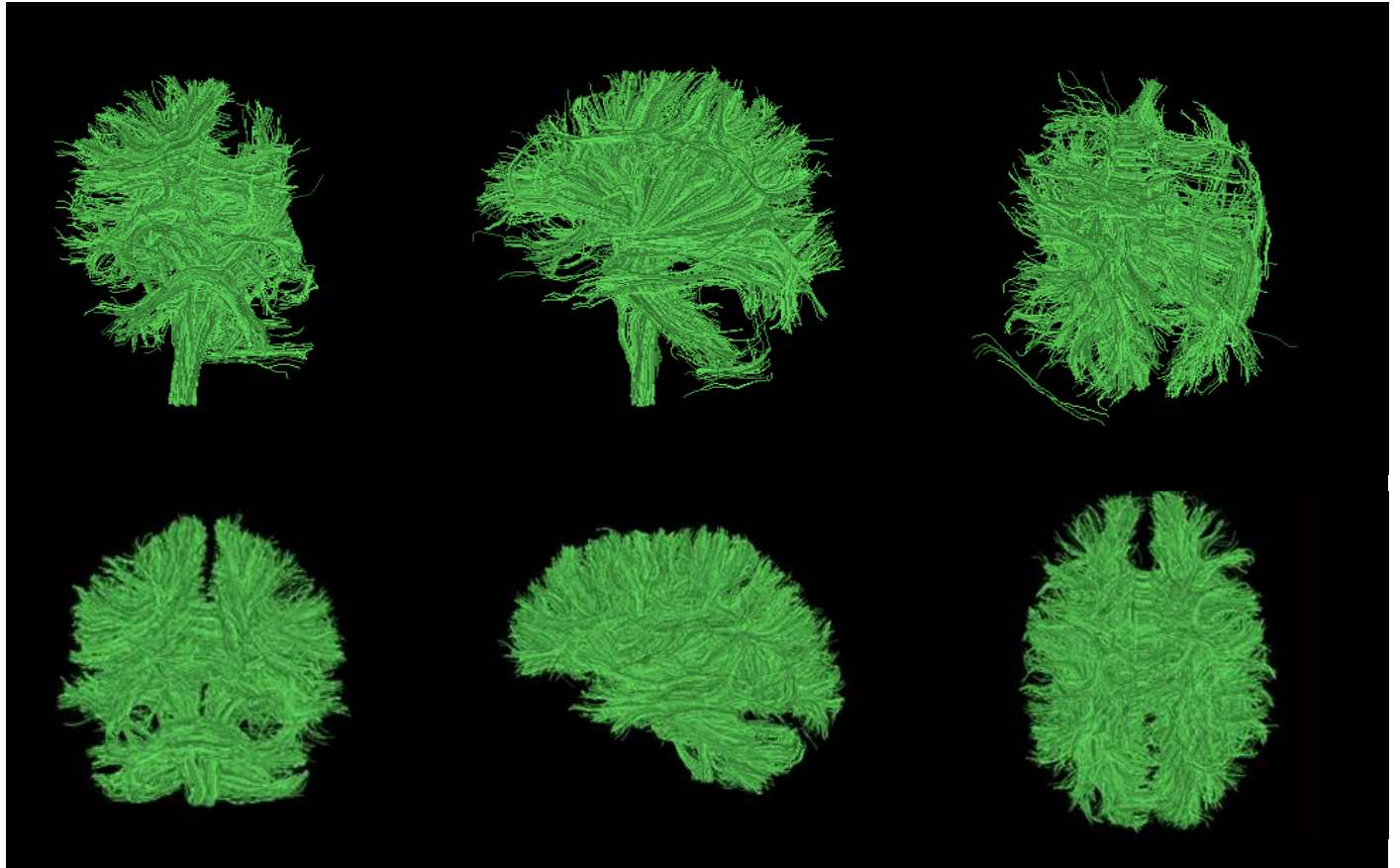


- Transversal
- Antéro-postérieur
- Infério-supérieur

DTI (Imagerie par tenseur de diffusion)

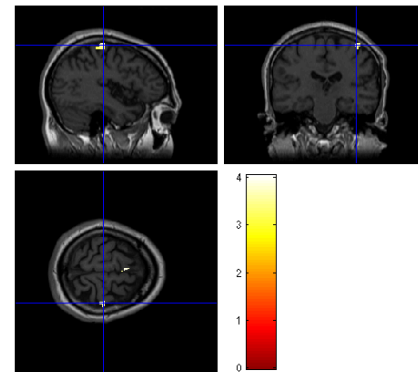
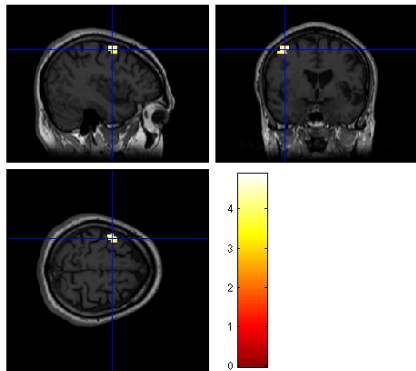
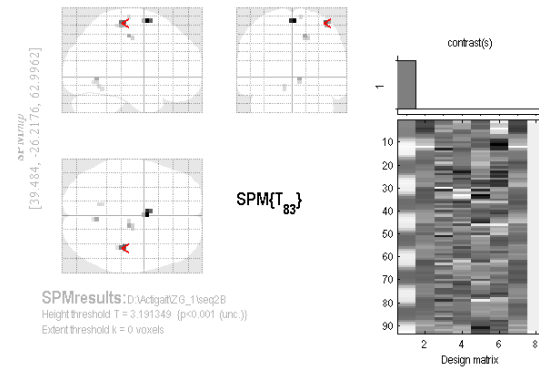
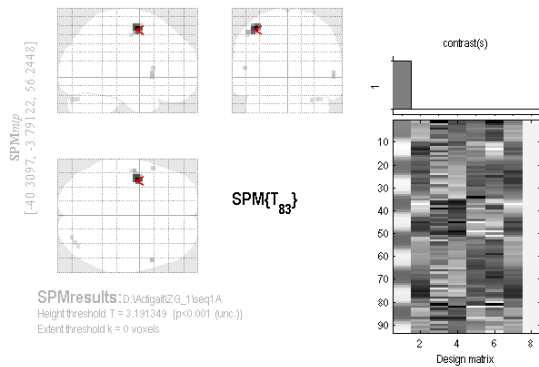
Patient
2 ans post-
AVC D

Sujet sain



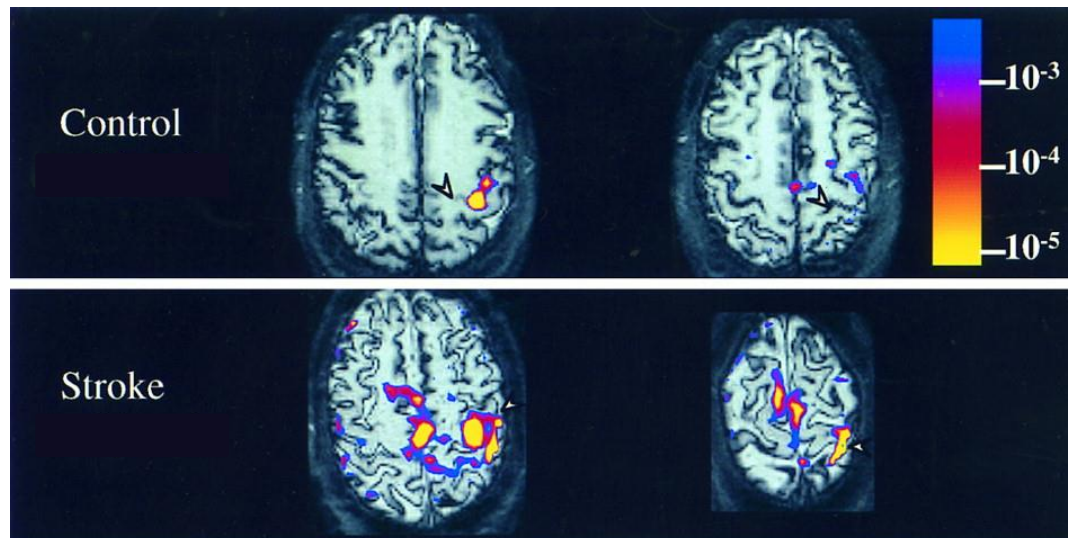
IRM fonctionnelle

IRMf mesurée lors de tâches actives
"Imaginer bouger le pied"



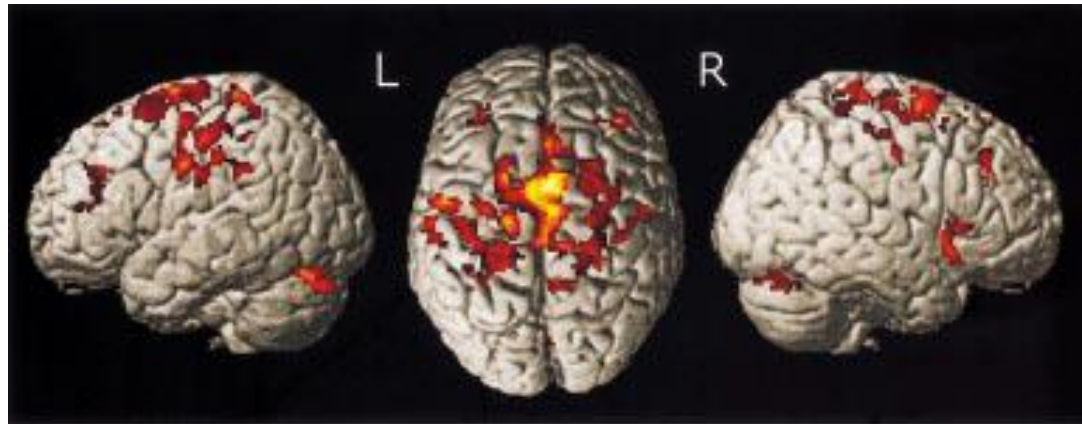
IRMf

hémiparésie post AVC: augmentation de l'activité
⇒ prémoteur, SMA, CMA, insula, cervelet



IRMf: outcome

Corrélation négative entre la taille de l'activation cérébrale (réseau moteur) et l'outcome

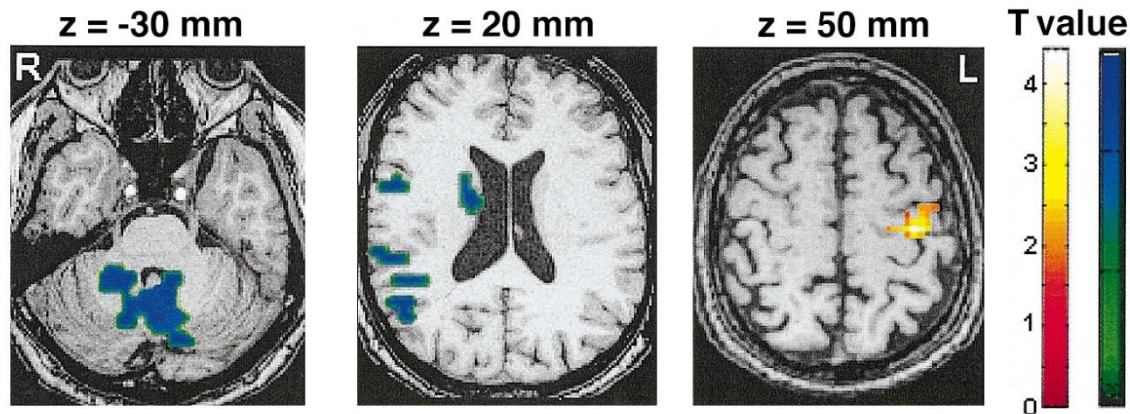


IRMf et médication

Fluoxetine – IRMf

IRMf: Activation M1 ipsilatéral (durant tâche motrice)
Diminution activité controlatérale & cervelet

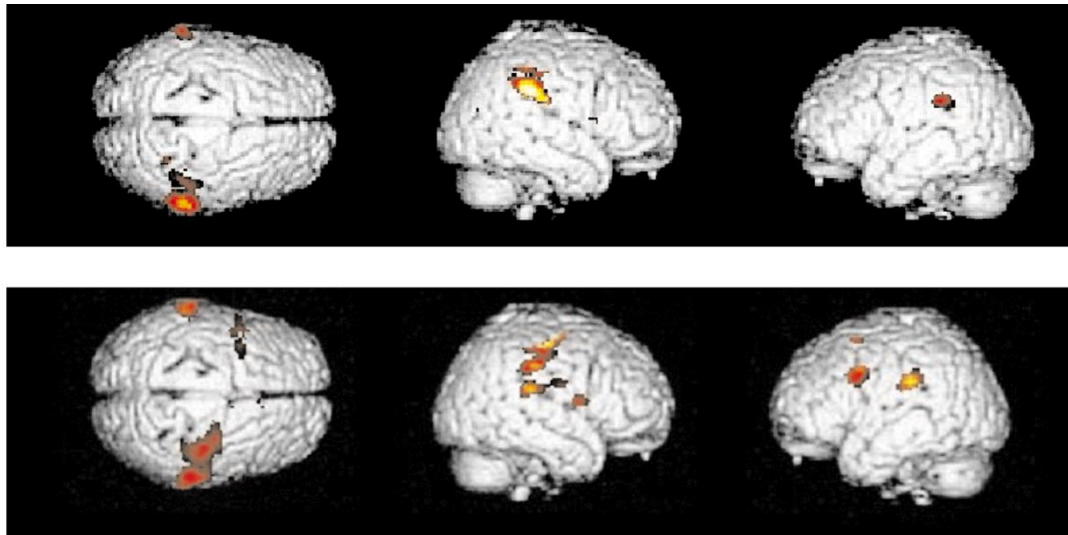
Moteur: Amélioration performances motrices côté lésé



IRMf et revalidation

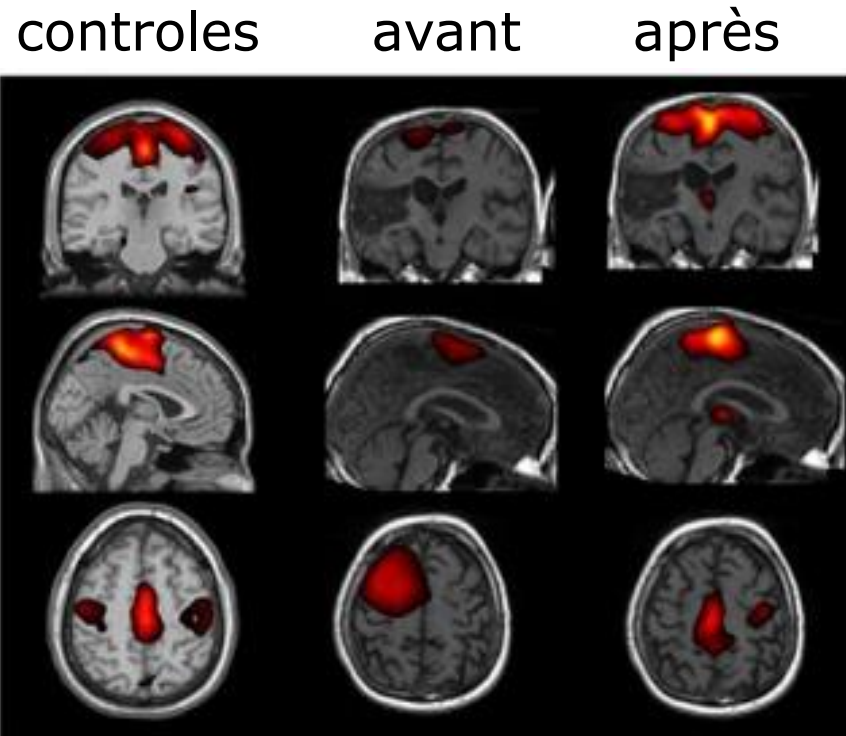
Améliore la fonction motrice même au stade chronique

Induit une activation plus importante au sein du réseaux sensorimoteur de l'hémisphère lésé



IRMf

IRM fonctionnelle mesurée au repos Réseau sensitivo-moteur

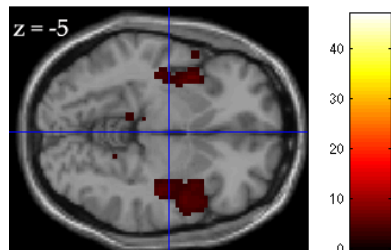
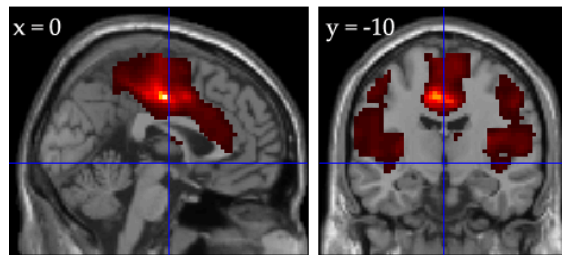


IRMf

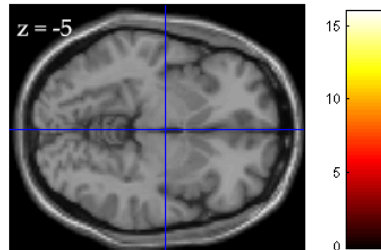
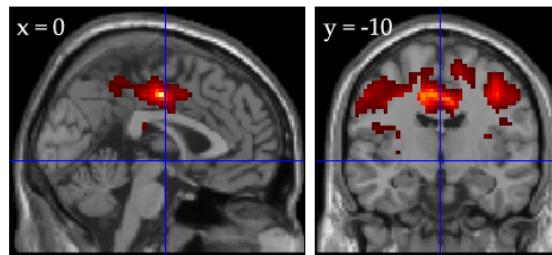
Analyse de la connectivité au sein d'un réseau spécifique (au repos)

Réseau sensori-moteur

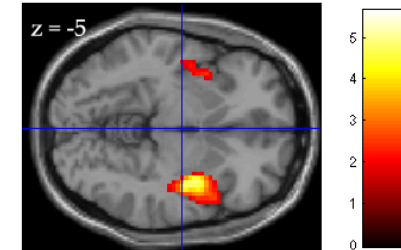
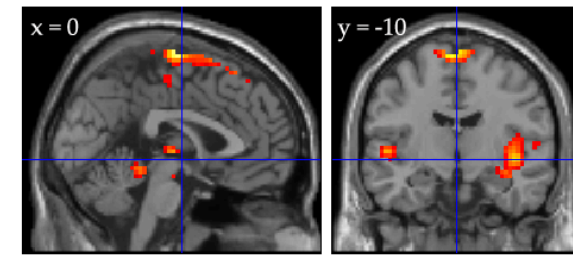
Decreased functional connectivity in the sensorimotor resting state network



Healthy controls (n=18)



Patient



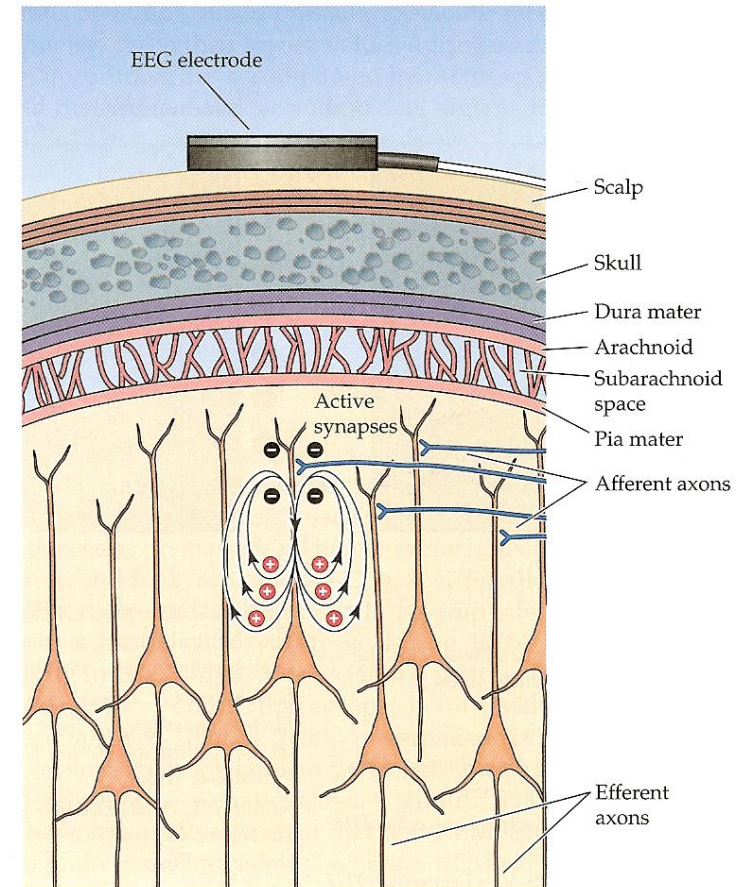
Decreased connectivity in patient

EEG

Electroencephalographie : mesure de l'activité électrique corticale

Electrodes placées sur le scalp
10, 32, 62, 256 électrodes

EEG = activité synchronisée d'une
large population de neurones

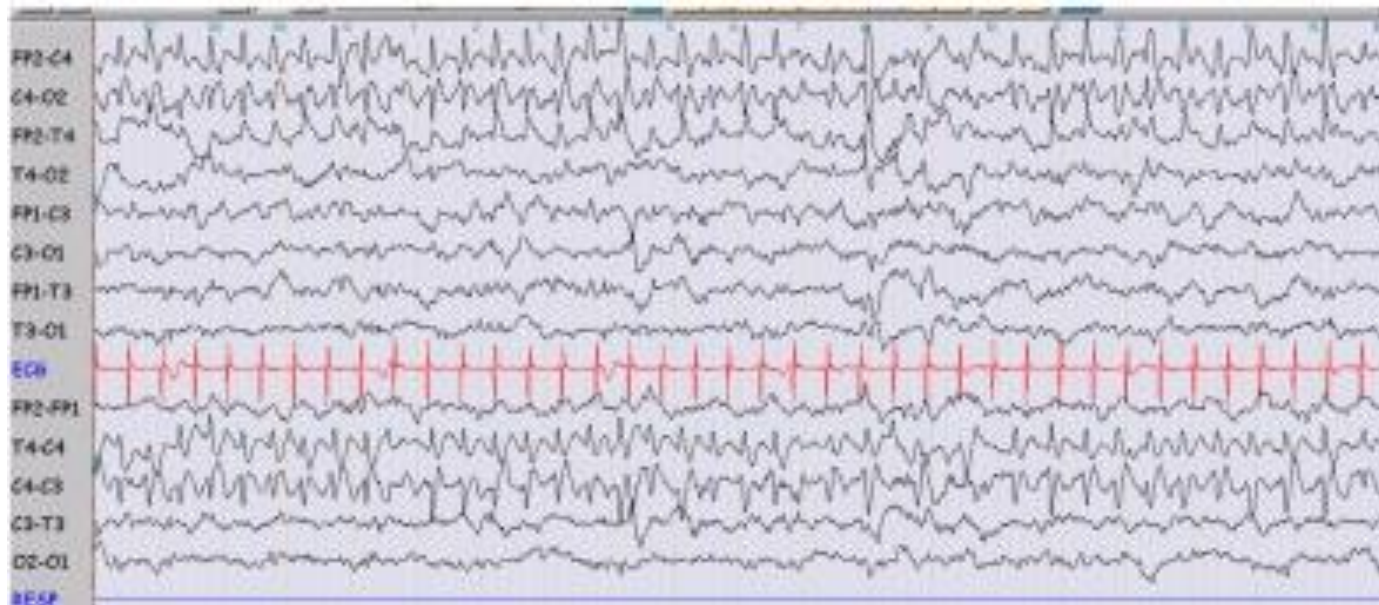


EEG

AVC sylvien gauche

Objectivé gravité atteinte activité corticale + asymétrie

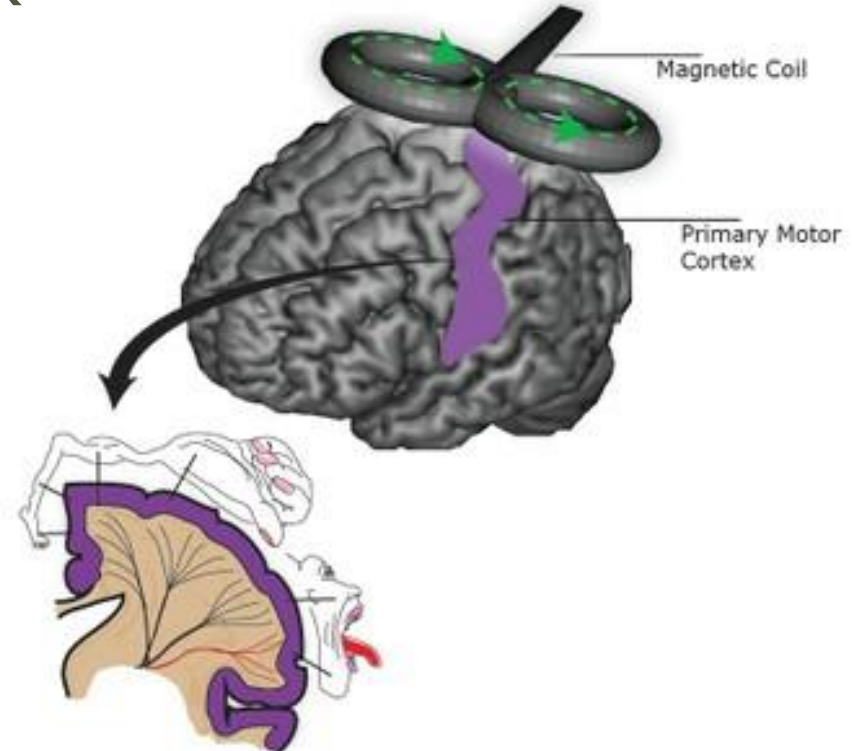
Activité paroxystique



Stimulation Magnétique Transcranienne

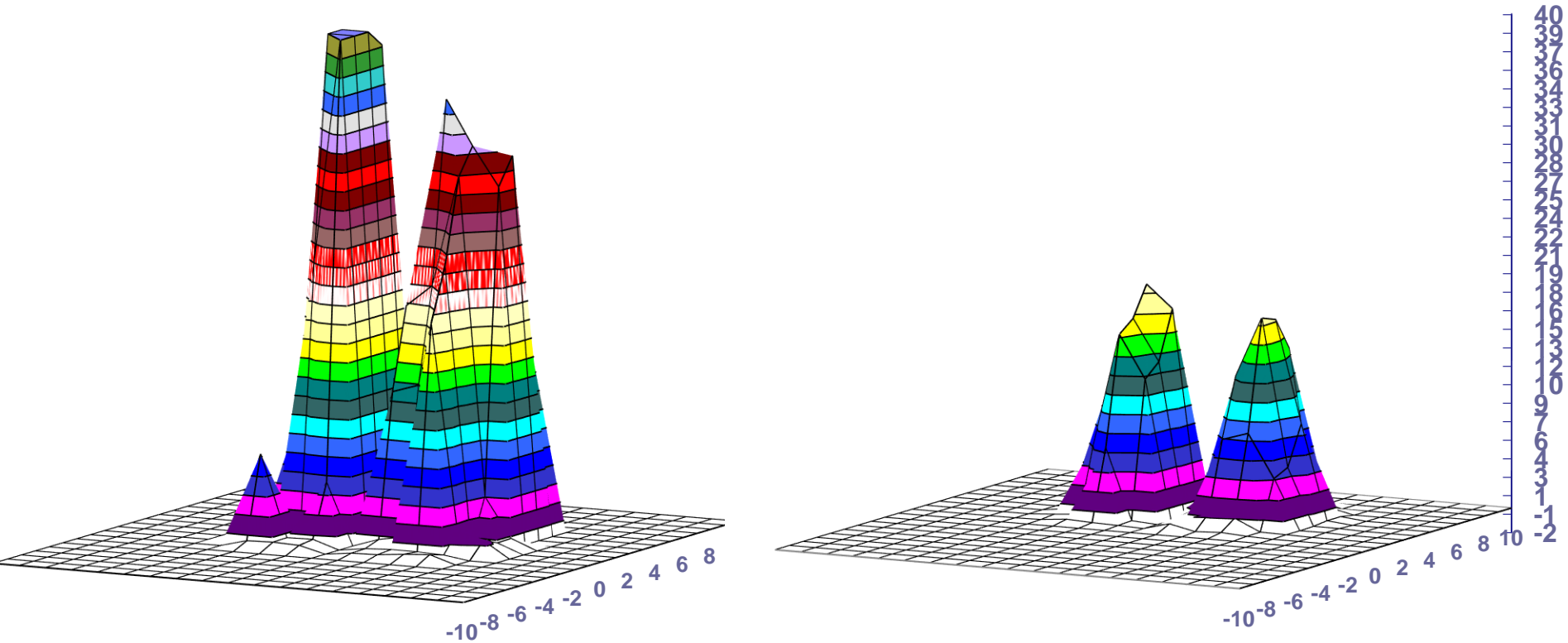
Induction d'un champ magnétique corticale
⇒ réponse périphérique (selon site de stimulation)

⇒ Potentiels évoqués moteurs



SMT - cartographie

AVC sylvien gauche

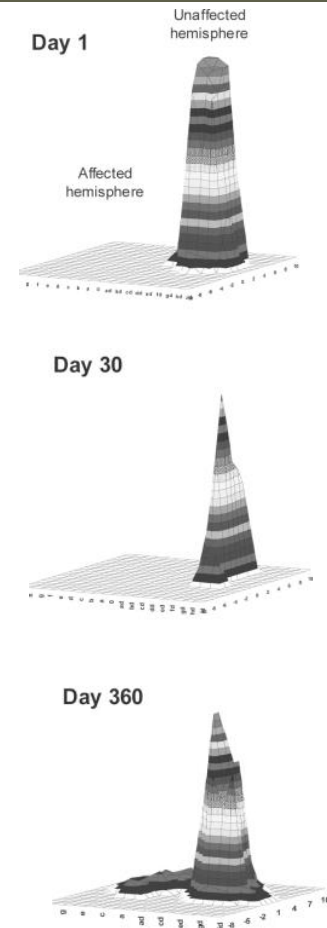


SMT

AVC sylvien

- hyperexcitabilité transitoire du cortex moteur sain
- Activité diminue (j30)
- Déplacement du centre de gravité des régions motrices vers les régions frontales

⇒ plasticité cérébrale
maximale < 30 jours



SMT

Présence d'une réponse motrice au PEM du côté hémiplégique et l'intégrité de l'inhibition intracorticale => bonne récupération

Recup mot	Pat	TMS
Bonne	4	A
	6	A
	7	B
	8	A
Moyenne	1	B
	3	B
Faible	2	C
	9	C

Réponses:

A: ipsilatéral ou périlésionnel

B: controlatéral

C: pas d'activation définie

Conclusion



www.comascience.org

Conclusion

Analyses multimodales

TEP: métabolisme

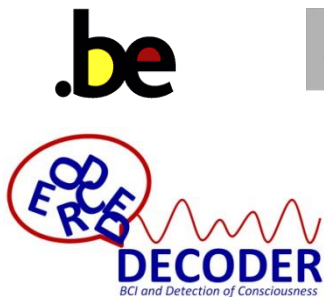
**IRM: lésions structurelles, atrophie (VBM)
lésions matière blanche (DTI)**

IRMf: active et passive

EEG: activité électrique

SMT: PEM

M
E
R
C
I



www.comascience.org