



IMAGERIE FONCTIONNELLE ET TROUBLES DE LA CONSCIENCE

Stéphane Kremer

Service de Radiologie 2 - CHU de Strasbourg



Objectifs :

- Revoir les principes de l'IRM fonctionnelle d'activation et de repos
- Revoir les différents stades des troubles de la conscience et leur physiopathologie
- Appliquer l'IRM fonctionnelle d'activation et de repos aux troubles de la conscience

IRM fonctionnelle :

□ 2 techniques :

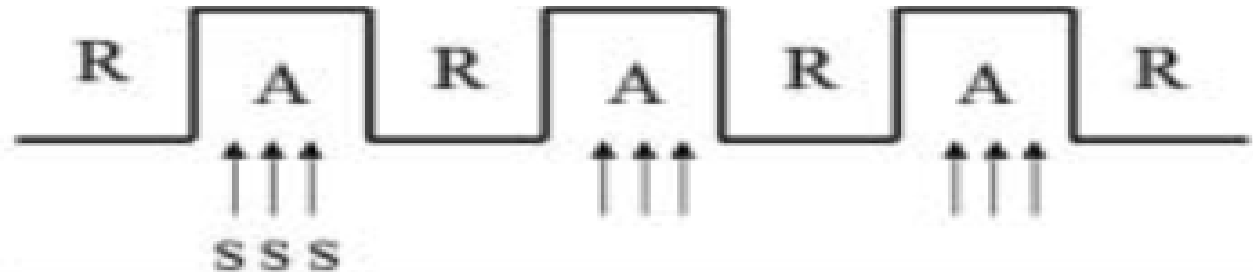
➤ IRM fonctionnelle d'activation

➤ IRM fonctionnelle de repos

IRM fonctionnelle d'activation

□ 2 phases :

- un paradigme (stimulation)
- un repos

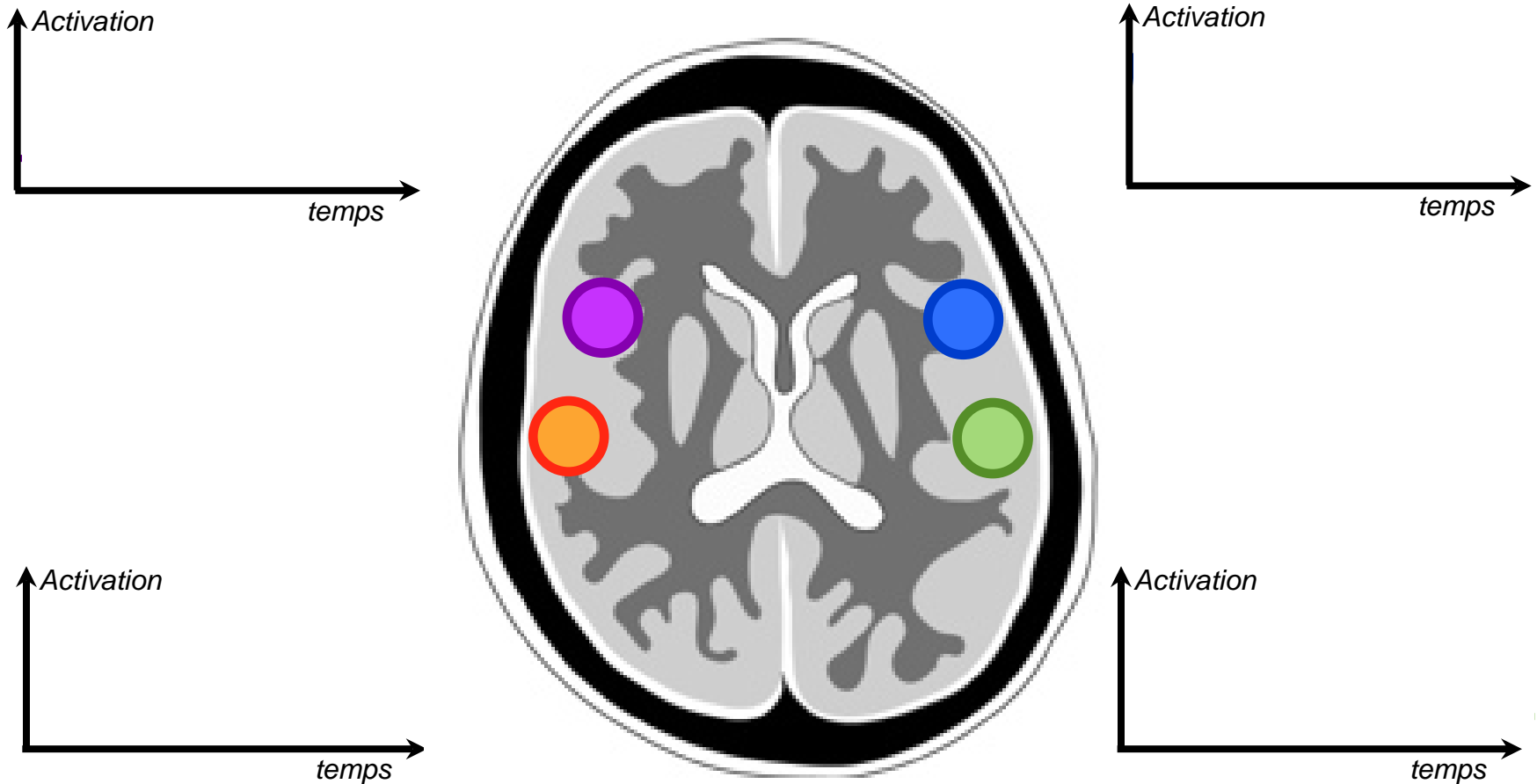


□ Traitement :

- comparaison statistique du signal entre repos/activation
- recalage sur anatomie
- automatique et en temps réel

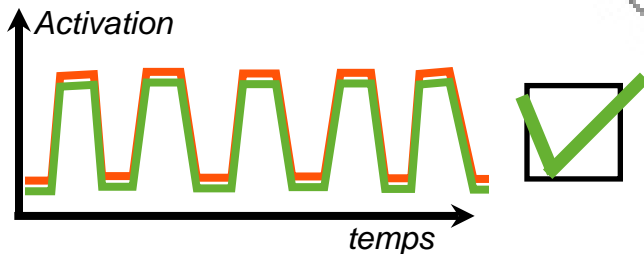
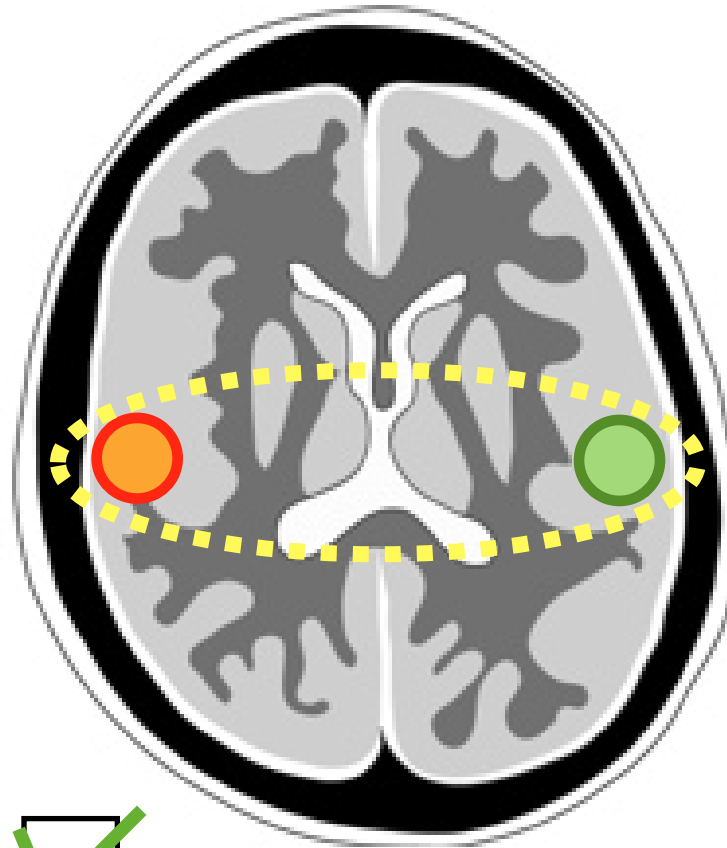
IRM fonctionnelle de repos

- Absence de stimulus
- Pendant le repos éveillé activité de certaines structures corticales modification signal BOLD

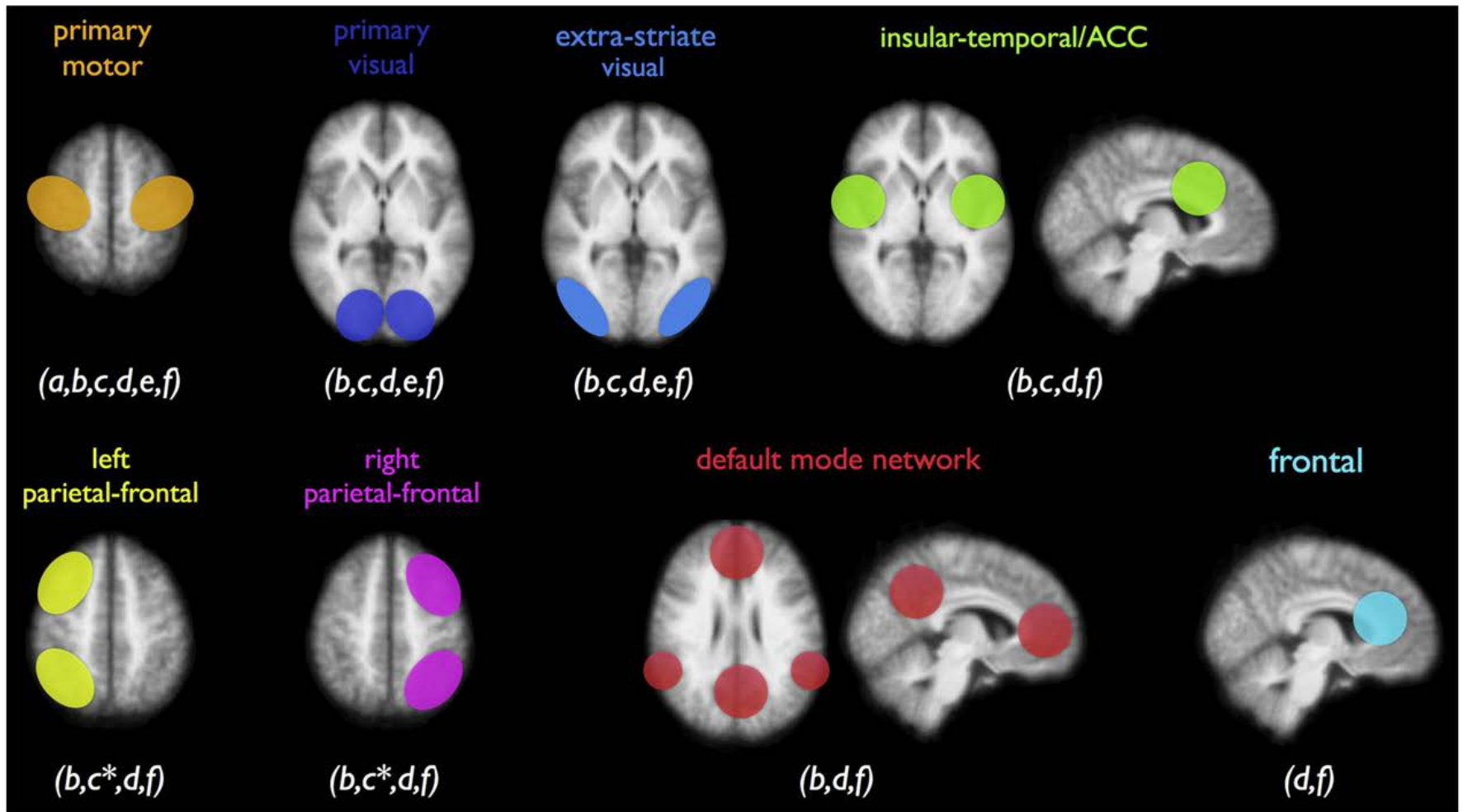


IRM fonctionnelle de repos

- 2 régions avec même signal BOLD : connectées



Réseaux de Repos



□ **DMN : Default Mode Network : « réseau de la conscience »**

Les différents stades des troubles de la conscience

Lésion cérébrale aigue

Coma

Absence d'éveil

Décès

Coma chronique

Etat végétatif

Eveil

Inconscient

Locked in

Eveil

Conscient

Quadriplégique

Aphone

Etat de conscience minimal

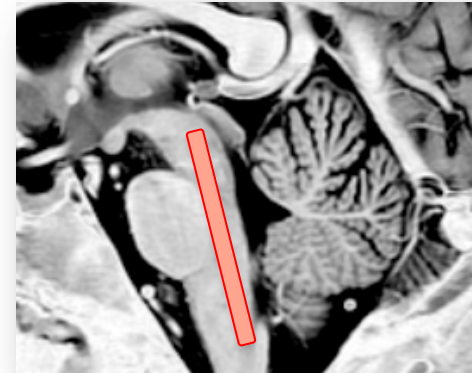
Etat végétatif permanent

Comportements volontaires reproductibles

Physiopathologie

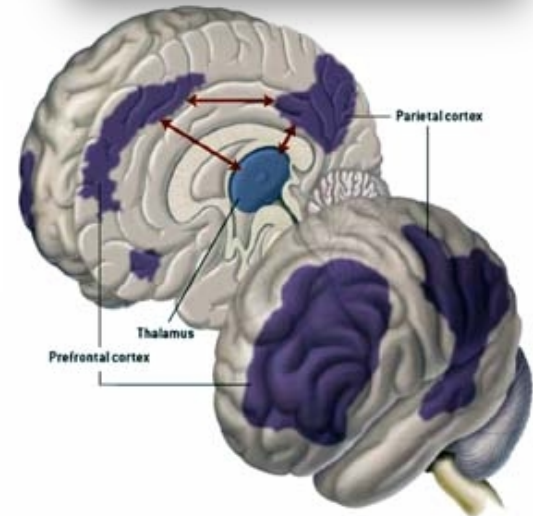
☐ Coma :

- lésion substance réticulée



☐ Etat végétatif :

- lésion connexions corticales et thalamo-corticales



☐ Locked in syndrome :

- lésion ventrale du pont
- dééfférentation motrice



IRMf d'activation

□ Stimulations passives :

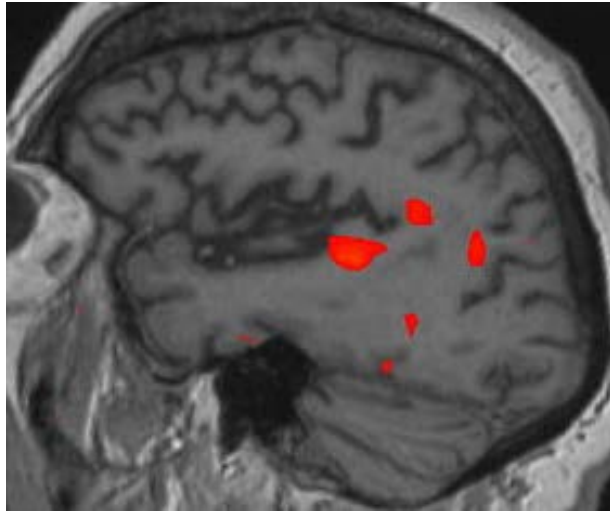
- auditifs
- somesthésiques
- visuels
- nociceptifs

□ Différenciation état végétatif / état paucirelationnel :

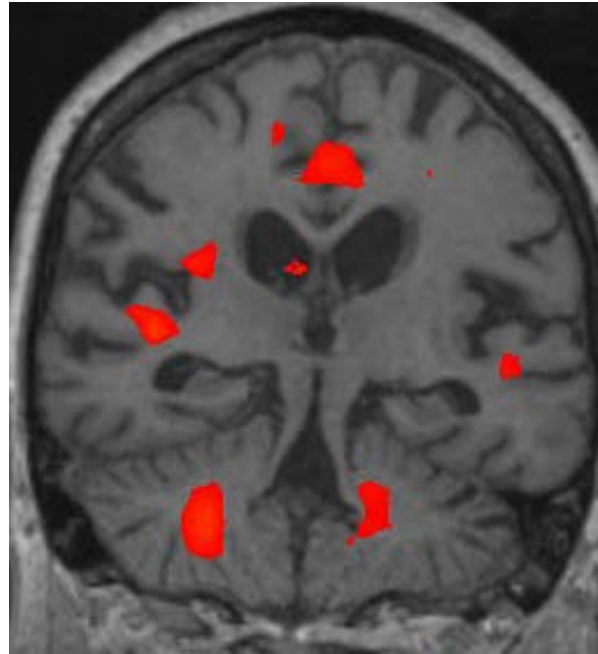
- état végétatif : activation aires primaires
- état paucirelationnel : activations aires primaires et secondaires

Chronic disorders of consciousness

Mme DM : Arret cardio-respiratoire

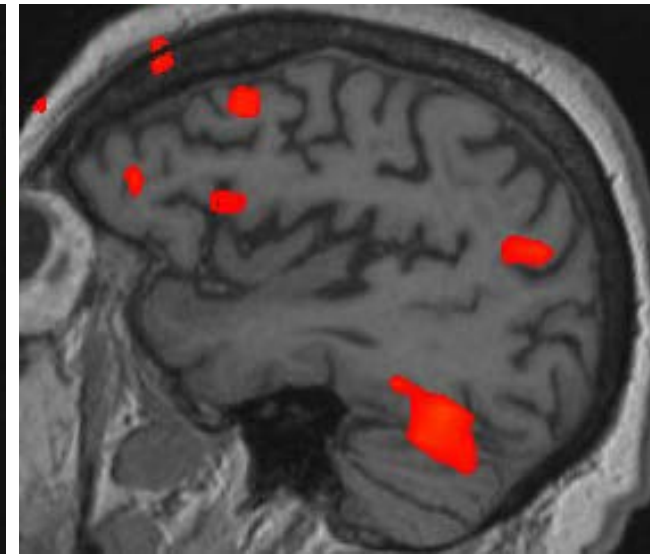
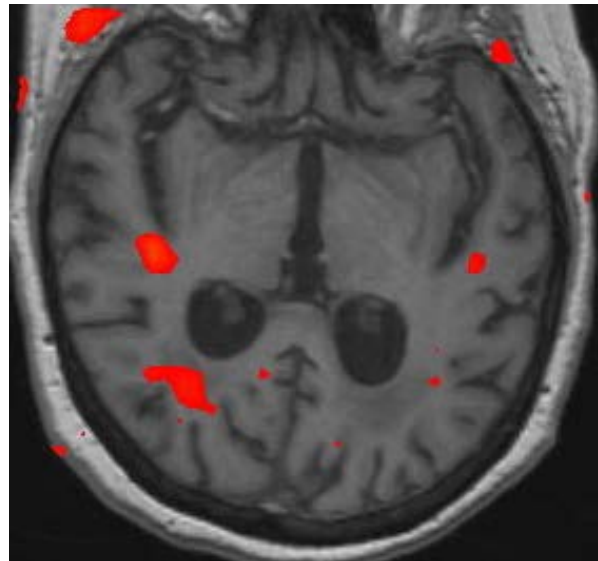
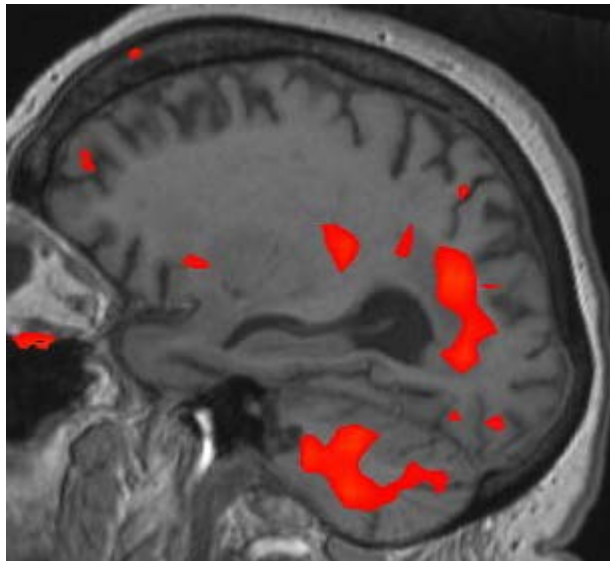


Hémisphère droit

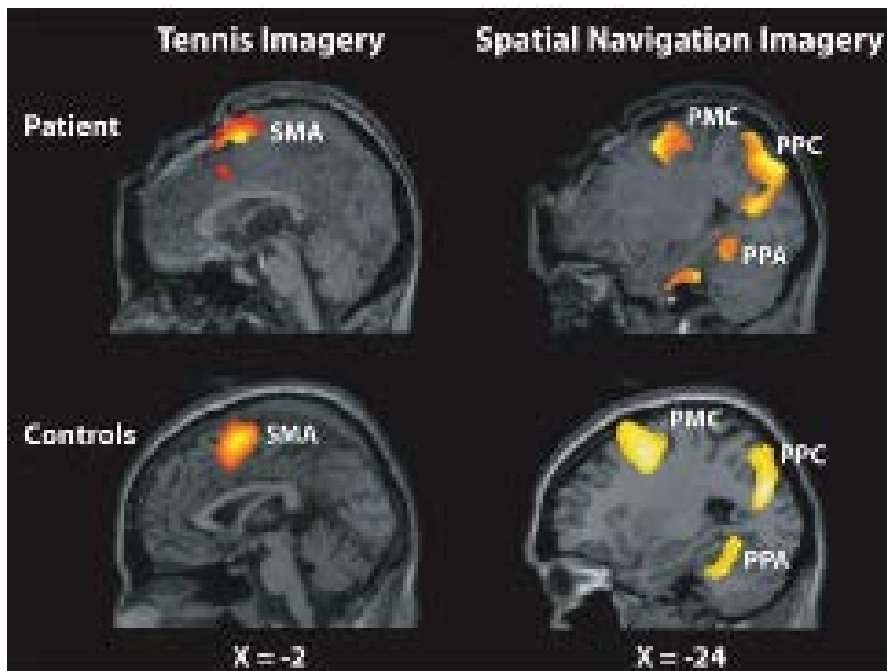


IRMf :
paradigme auditif
Corrélation + PEA

Hémisphère gauche



Communication par l'IRMf d'activation



"Is your father's name Alexander?" "Yes" response with the use of motor imagery

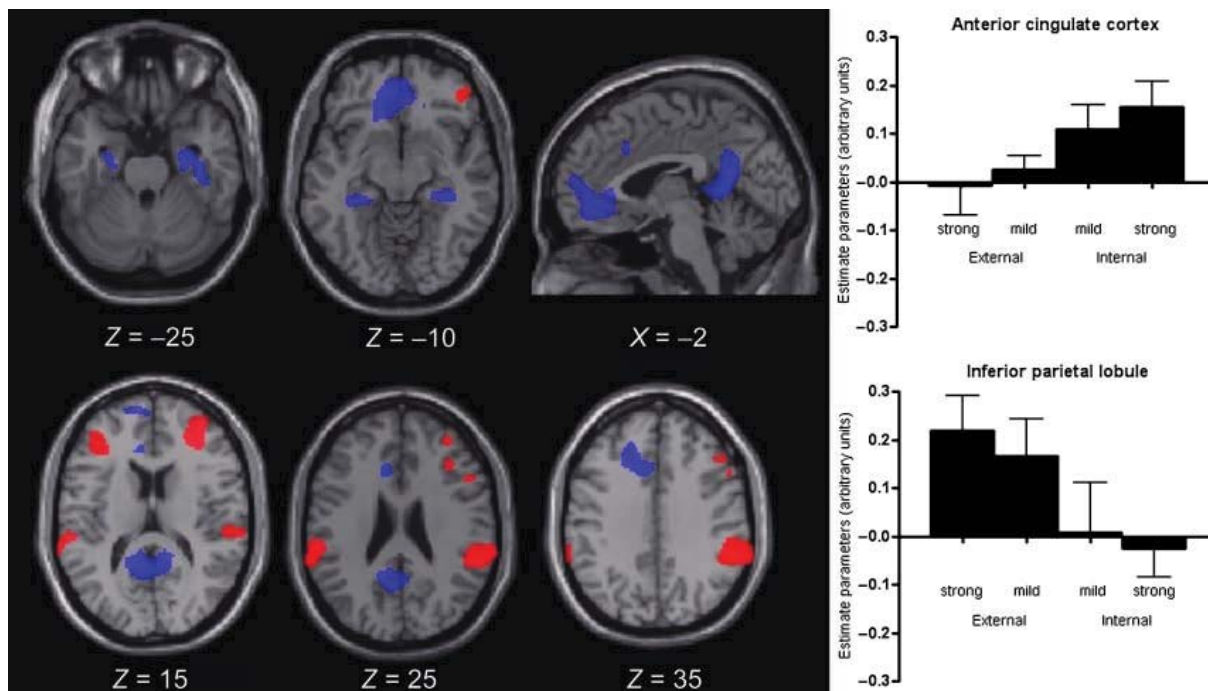


- Détection de l'état de conscience
- Détection de la réponse à un code

Owen AM et al 2006, Monti M et al 2010

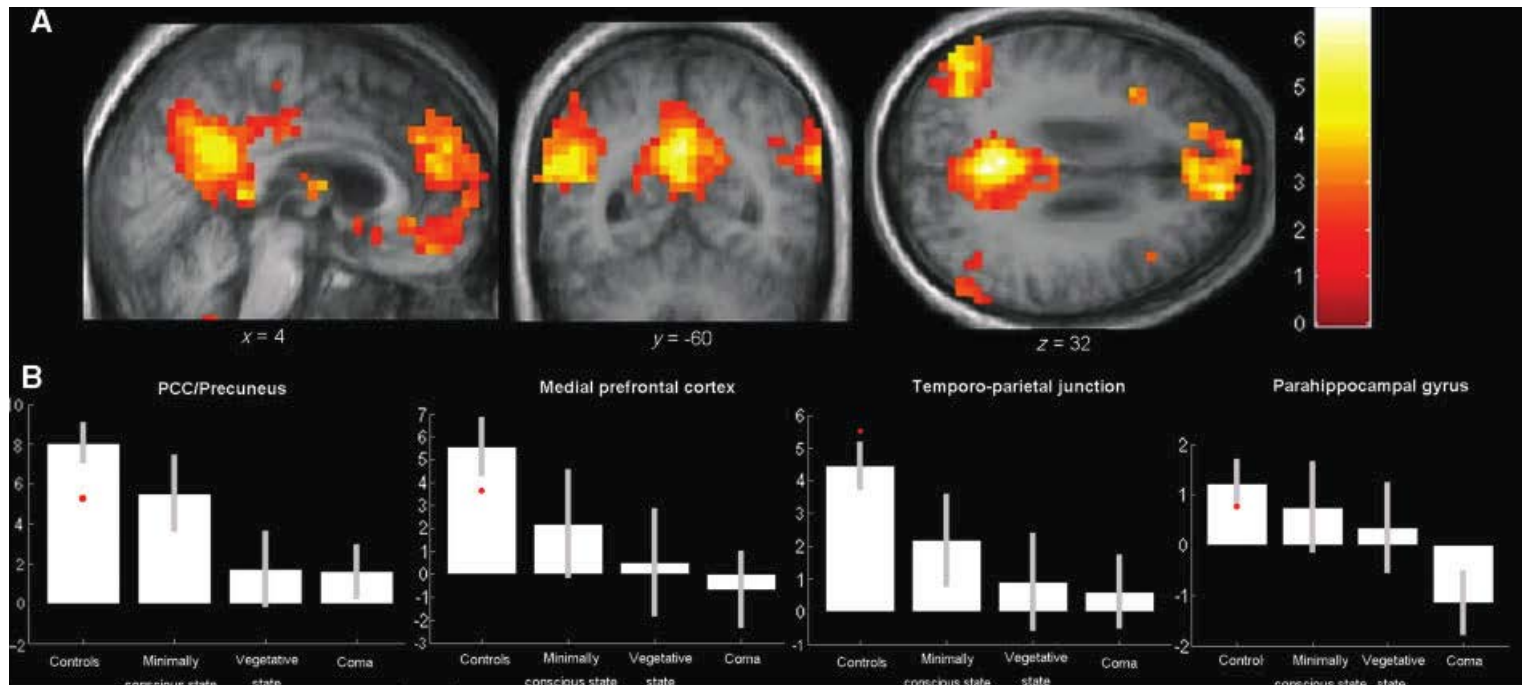
Conscience : 2 réseaux

- DMN : réseau interne : Default Mode Network : « conscience de soi »
- Réseau fronto-pariétal : réseau externe : « conscience de son environnement »
- les 2 sont anticorrélés



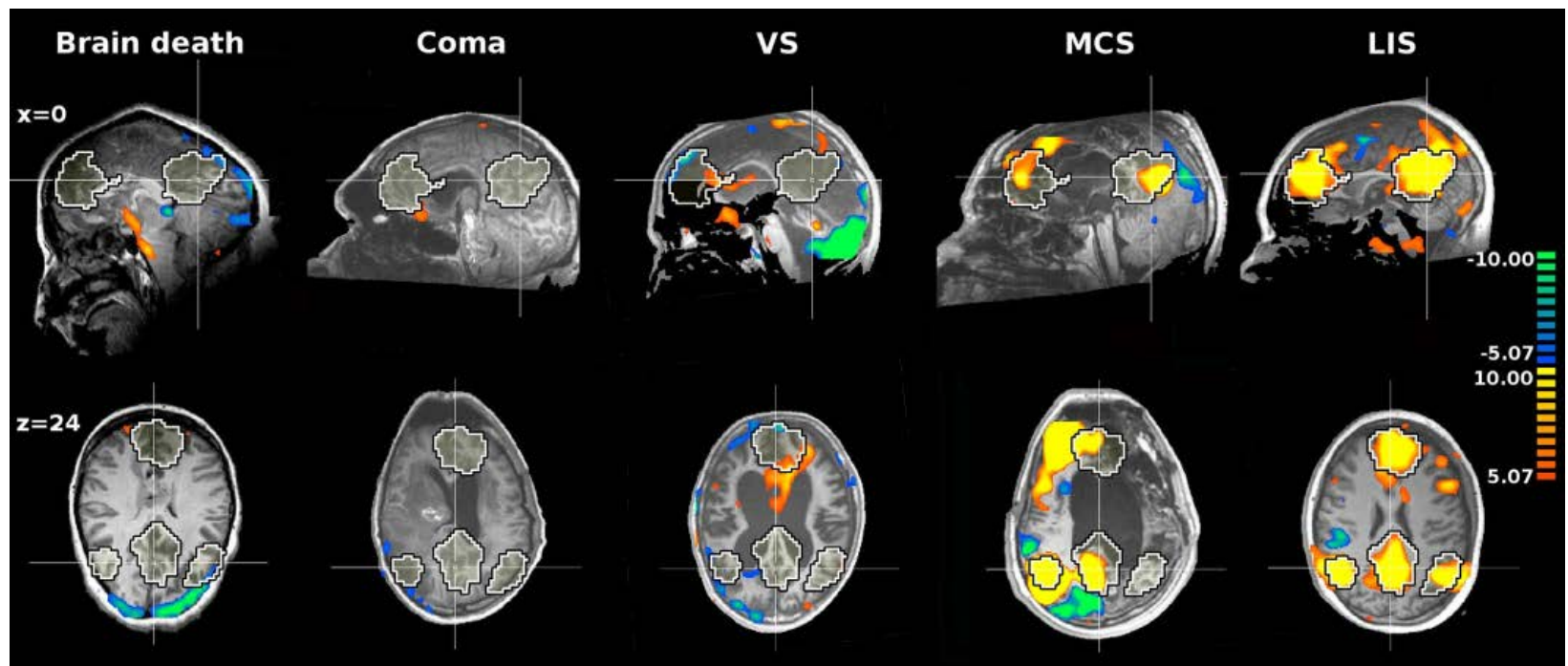
IRMf de repos et troubles de la Cs

- **Connectivité DMN inversement proportionnelle au degré de conscience**

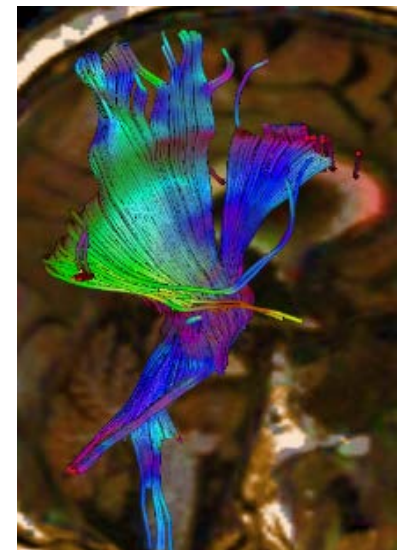
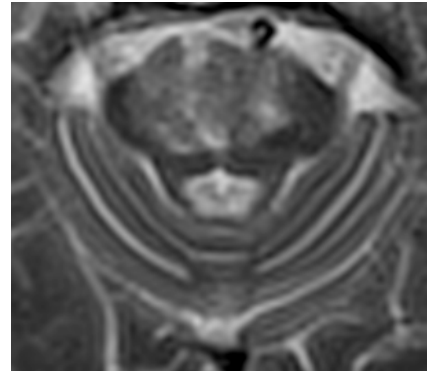
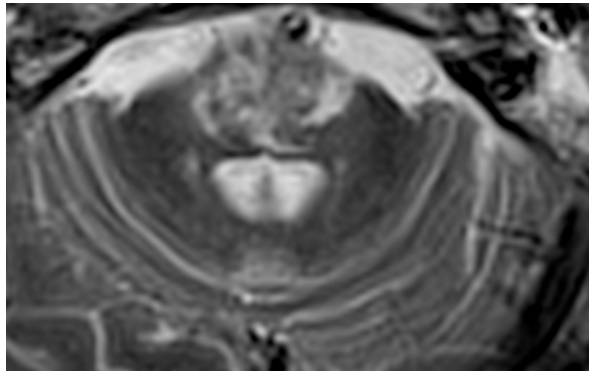
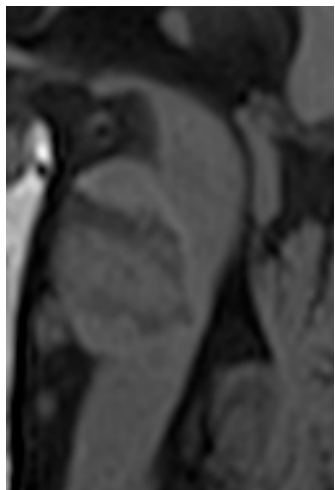
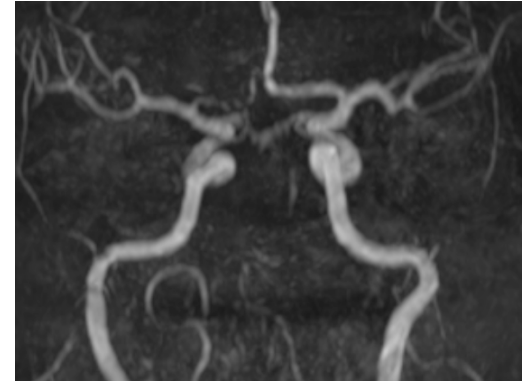
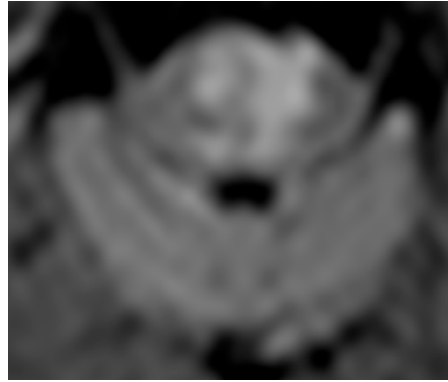
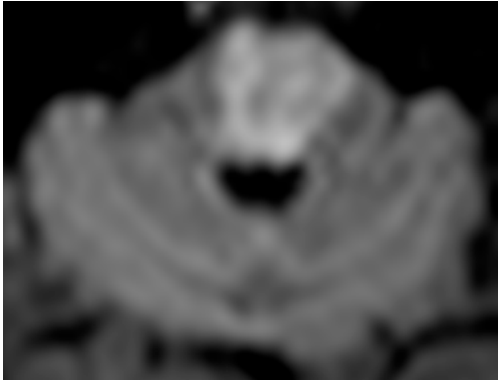


□ Role du DMN dans le diagnostic et le pronostic:

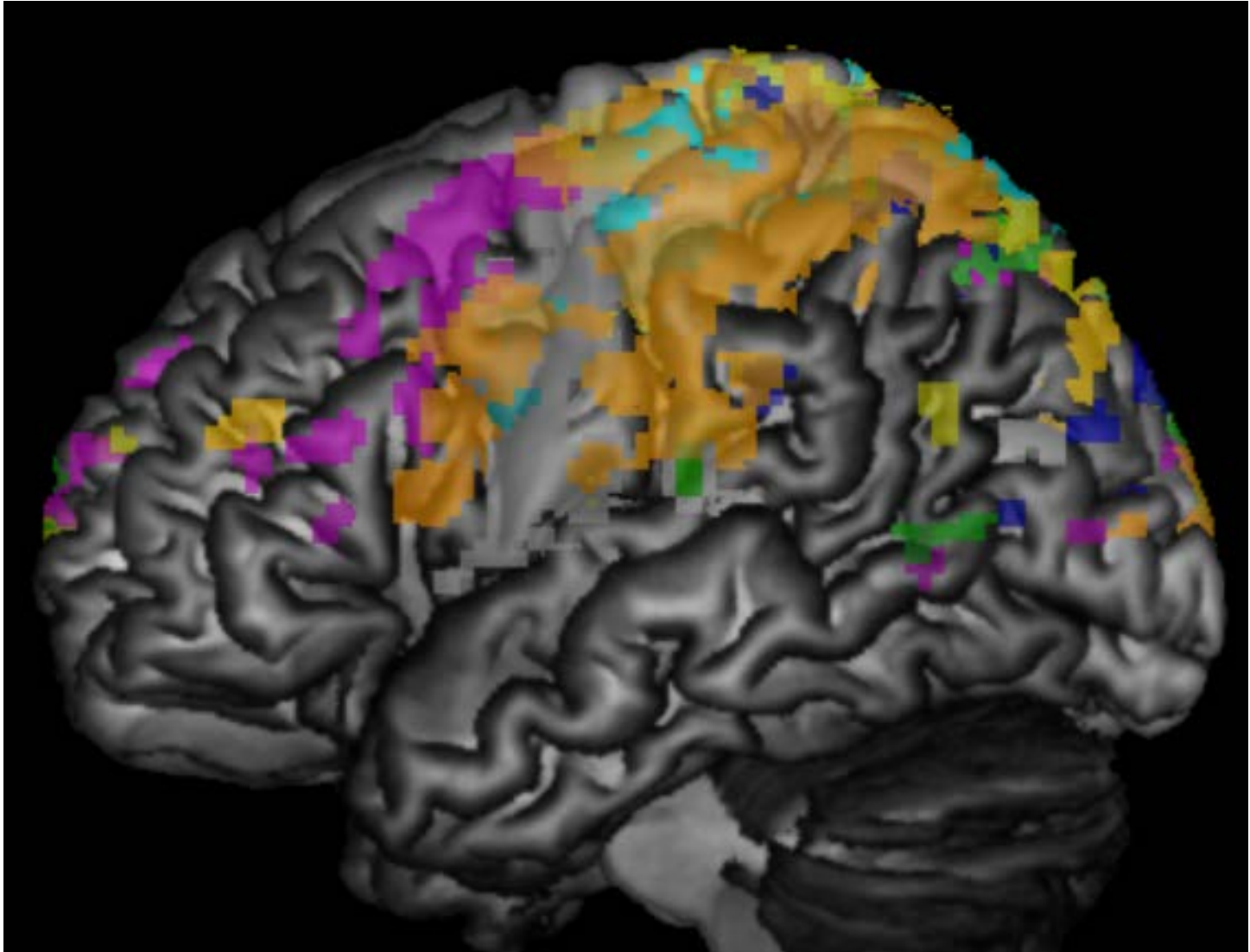
- précunéus permet distinguer état végétatif / état de conscience minimal
- DMN proche sujet sain permet de distinguer locked in syndrome / état de conscience minimal



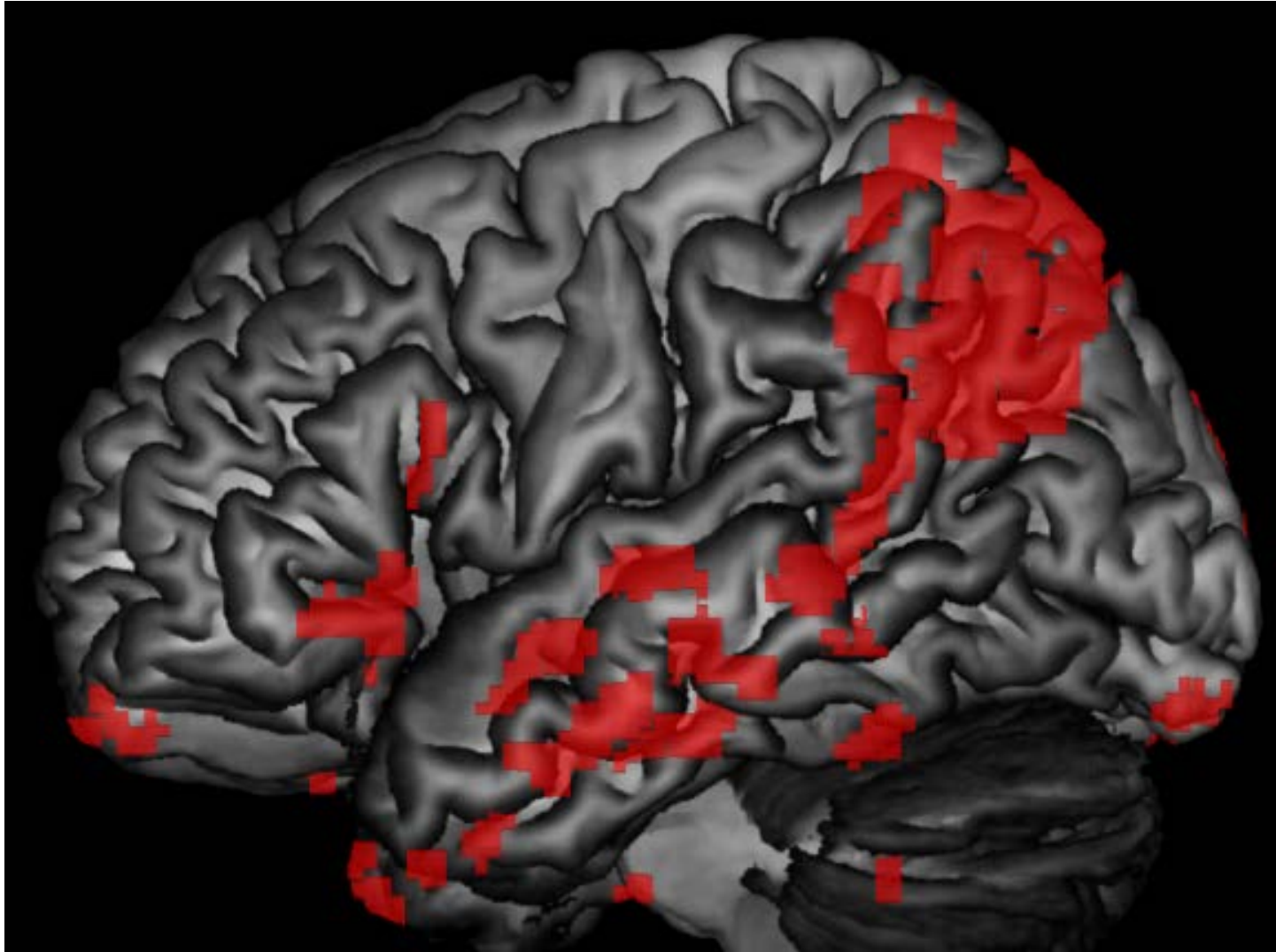
Patiente de 70 ans ayant présenté un AVC ischémique du pont sur occlusion du tronc basilaire



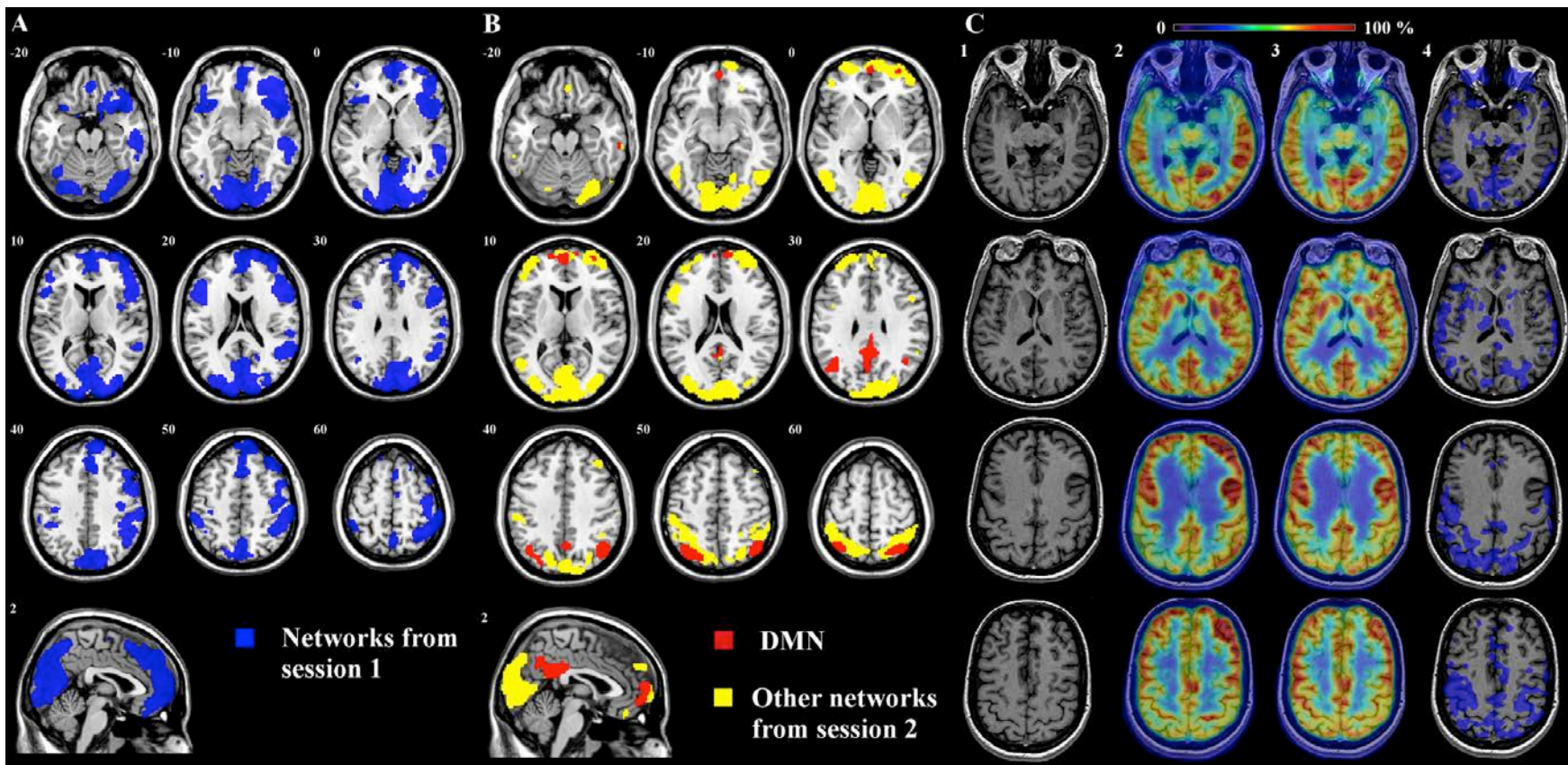
Première IRM : 6 réseaux, pas de DMN



DMN présent que à la deuxième IRM



Patiente de 34 ans diabétique ayant présenté un coma hypoglycémique



Méthode des graphes

□ absence d'à priori

□ étude globale des réseau cérébraux

Age-related changes in modular organization of human brain functional networks

David Meunier^{a,b}, Sophie Achard^{a,b,c}, Alexa Morcom^d, Ed Bullmore^{a,b,*} NeuroImage 44 (2009) 715–723

The Journal of Neuroscience, January 4, 2006 • 26(1):63–72 • 63

Behavioral/Systems/Cognitive

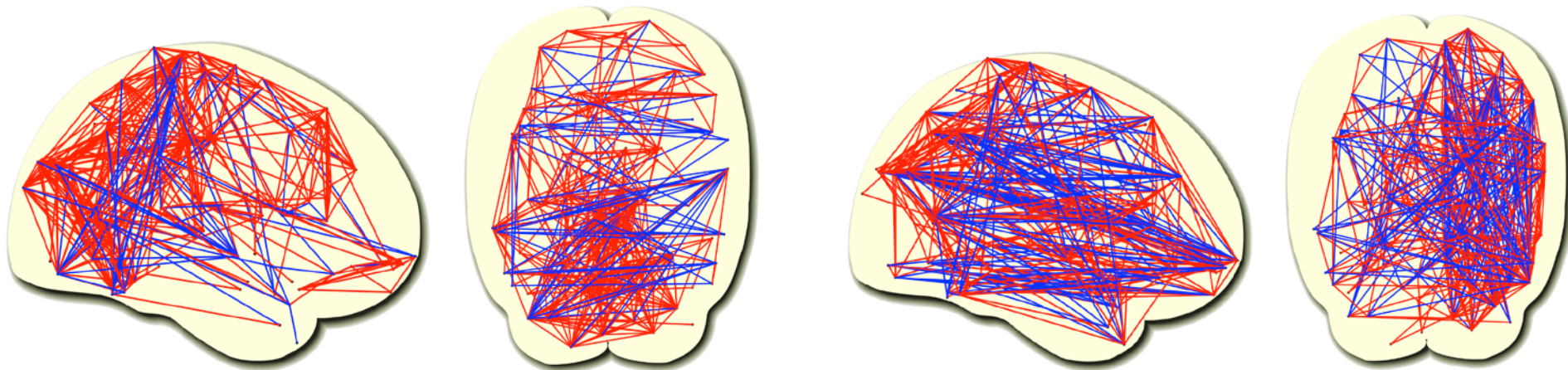
A Resilient, Low-Frequency, Small-World Human Brain Functional Network with Highly Connected Association Cortical Hubs

Sophie Achard,¹ Raymond Salvador,^{1,2} Brandon Whitcer,³ John Suckling,¹ and Ed Bullmore^{1,3}

Hubs of brain functional networks are radically reorganized in comatose patients

Sophie Achard^{a,1}, Chantal Delon-Martin^{b,c}, Petra E. Vértes^d, Félix Renard^e, Maleka Schenck^e, Francis Schneider^e, Christian Heinrich^f, Stéphane Kremer^g, and Edward T. Bullmore^{d,h,i}

^aCentre National de la Recherche Scientifique, Grenoble Image Parole Signal Automatique, 38402 Grenoble, France; ^bInstitut National de la Santé et de la Recherche Médicale, U836, BP 170, F-38042 Grenoble Cedex 9, France; ^cUniversité Joseph Fourier, Grenoble Institut des Neurosciences, BP 170, F-38042 Grenoble Cedex 9, France; ^dBehavioural and Clinical Neuroscience Institute, University of Cambridge, Cambridge CB2 052, United Kingdom; ^eService de Réanimation Médicale, Hôpital de Hautepierre, Centre Hospitalier Universitaire de Strasbourg, Université de Strasbourg, 67098 Strasbourg, France; ^fLaboratoire des Sciences et de l'Image, de l'Informatique et de la Télédétection, Université de Strasbourg, 67412 Illkirch, France; ^gService de Radiologie 2, Hôpital de Hautepierre, Centre Hospitalier Universitaire de Strasbourg, Université de Strasbourg, 67098 Strasbourg, France; ^hCambridgeshire and Peterborough National Health Service Foundation Trust, Cambridge CB21 5EF, United Kingdom; and ⁱClinical Unit Cambridge, GlaxoSmithKline, Cambridge CB2 0QQ, United Kingdom



témoin

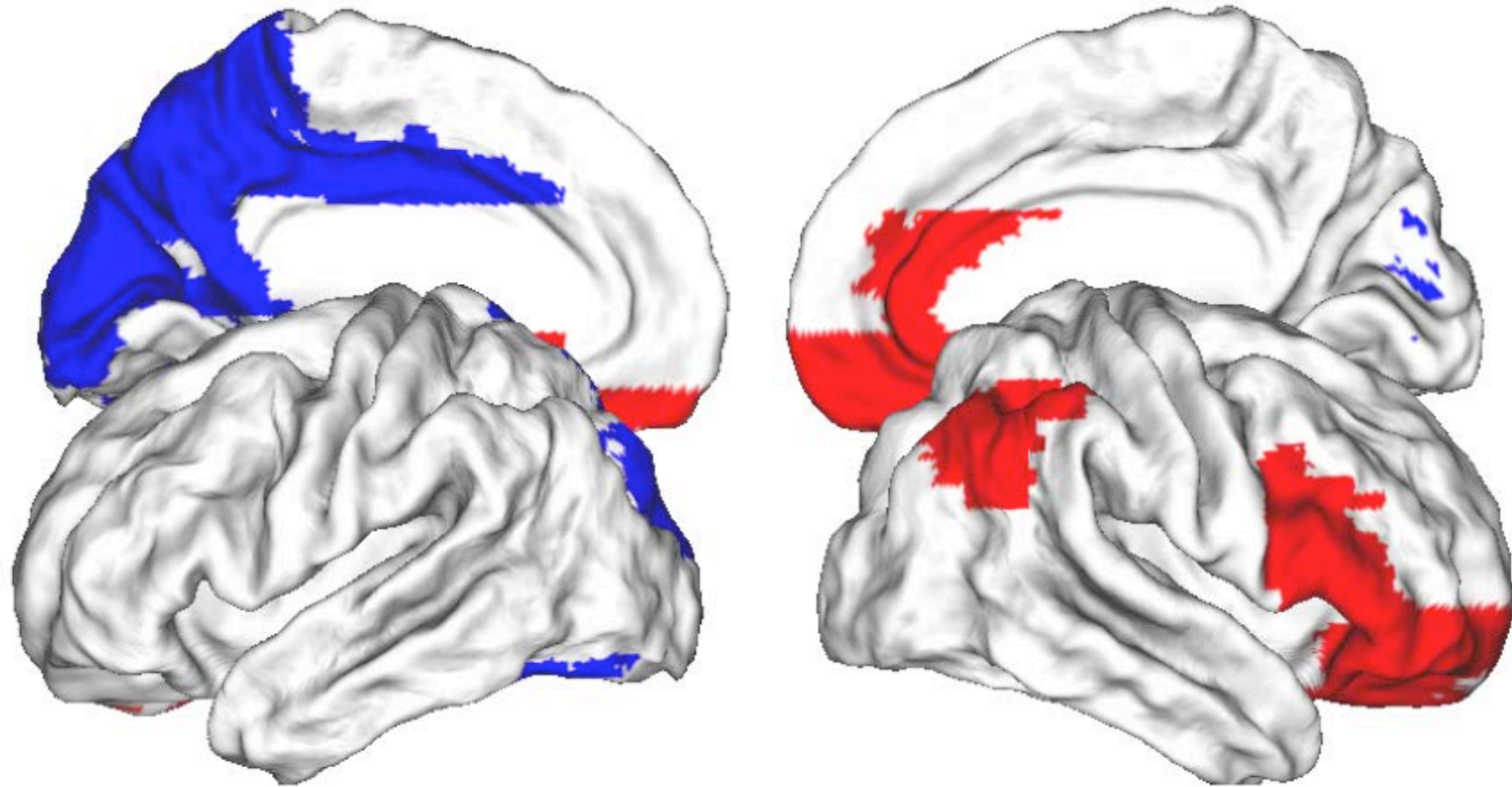
coma

**Forte variabilité des graphes
entre les individus**



**Extraire des caractéristiques
de ces graphes : métriques**

Métrie locale : Réorganisation des réseaux patients / volontaires sains



Plasticité cérébrale ?

Conclusions

□ IRMf d'activation et troubles de la conscience :

- technique non invasive
- mise en œuvre et traitement facile
- permet de différencier état végétatif/paucirelationnel
- limite : seuils statistiques et interprétation

□ IRMf de repos et troubles de la conscience :

- recherche : traitement long
- connectivité DMN inversement proportionnelle au degré de conscience
- précunéus permet de distinguer état végétatif / état pauci-relationnel
- met en évidence une réorganisation cérébrale