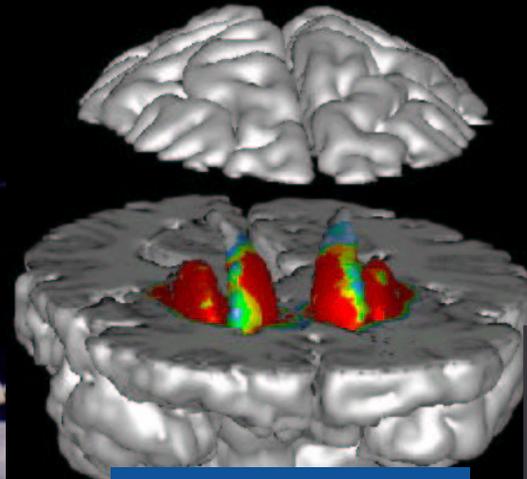


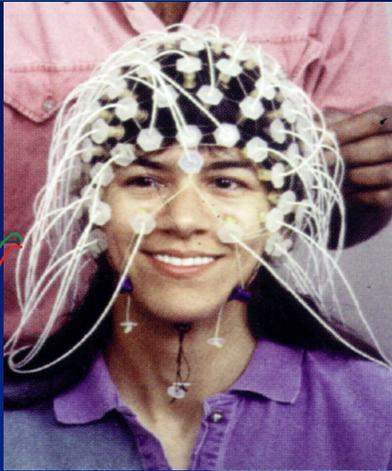
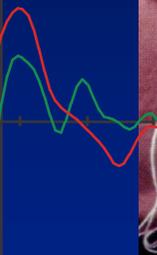
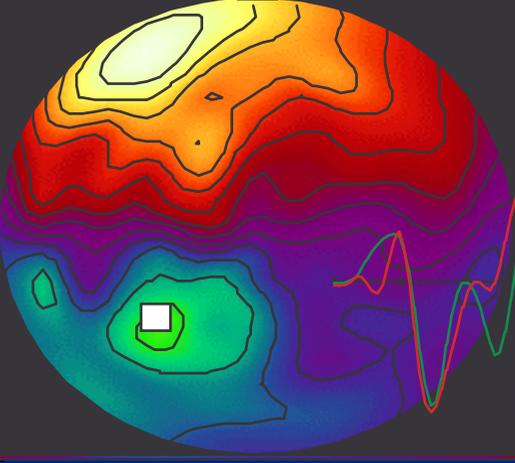
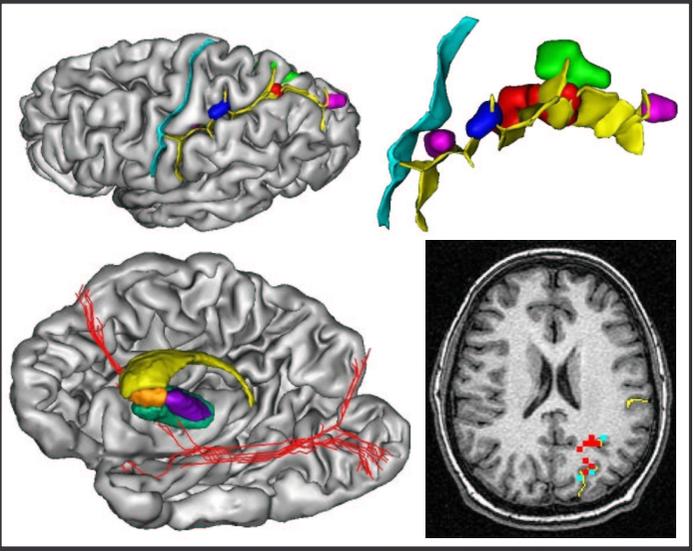


Médecine, chirurgie

*L'ENJEU:
Comprendre le
cerveau humain*



Cerebral distribution of D2 receptors



NEUROIMAGERIE

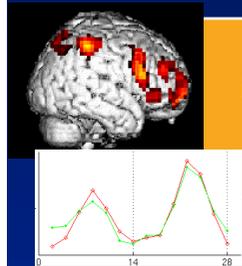
- EEG/ERPs, MEG...
- SPECT, PET...
- MRI, MRS...
- Computers...



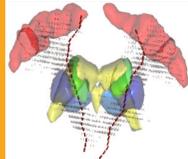
Anatomical and Functional Neuroimaging Unit



MRI Methods
(*D. Le Bihan*)

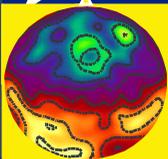


Statistical Models
(*J.B. Poline*)



Anatomical Models
(*J.F. Mangin*)

SHFJ
*Neurochemistry: PET, MRS
Computer Network*



Cognitive Neuroscience
(*INSERM, S. Dehaene*)

Clinical Research
*Neurology, Neurosurgery
Pediatric, Psychiatry*

Brain Development

IFR 49
Imagerie Neurofonctionnelle

Current program: Towards information coding and processing in the human brain...

● Neuroimaging methods

- New MRI approaches
- Brain anatomical models
- Functional connectivity (statistical models)

⇒ *Connectivity*

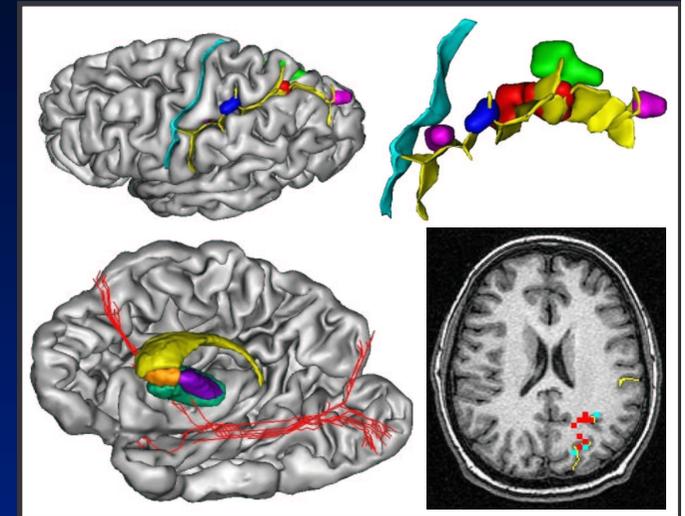
● Neuroscience and cognition

- Cognition
- Brain development (maturation, plasticity)

⇒ *The Neural Code*

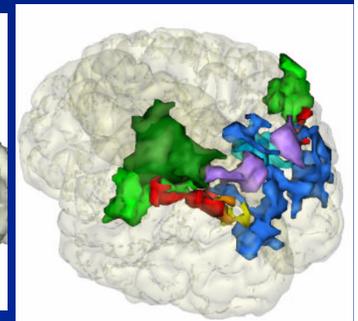
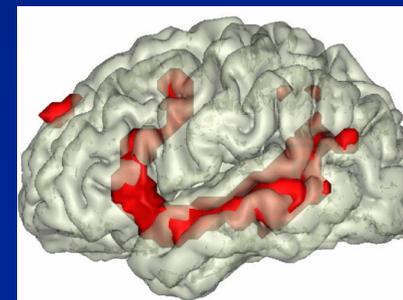
● Clinical research

- pre/per/post surgical mapping
- neuro/psychiatric disorders



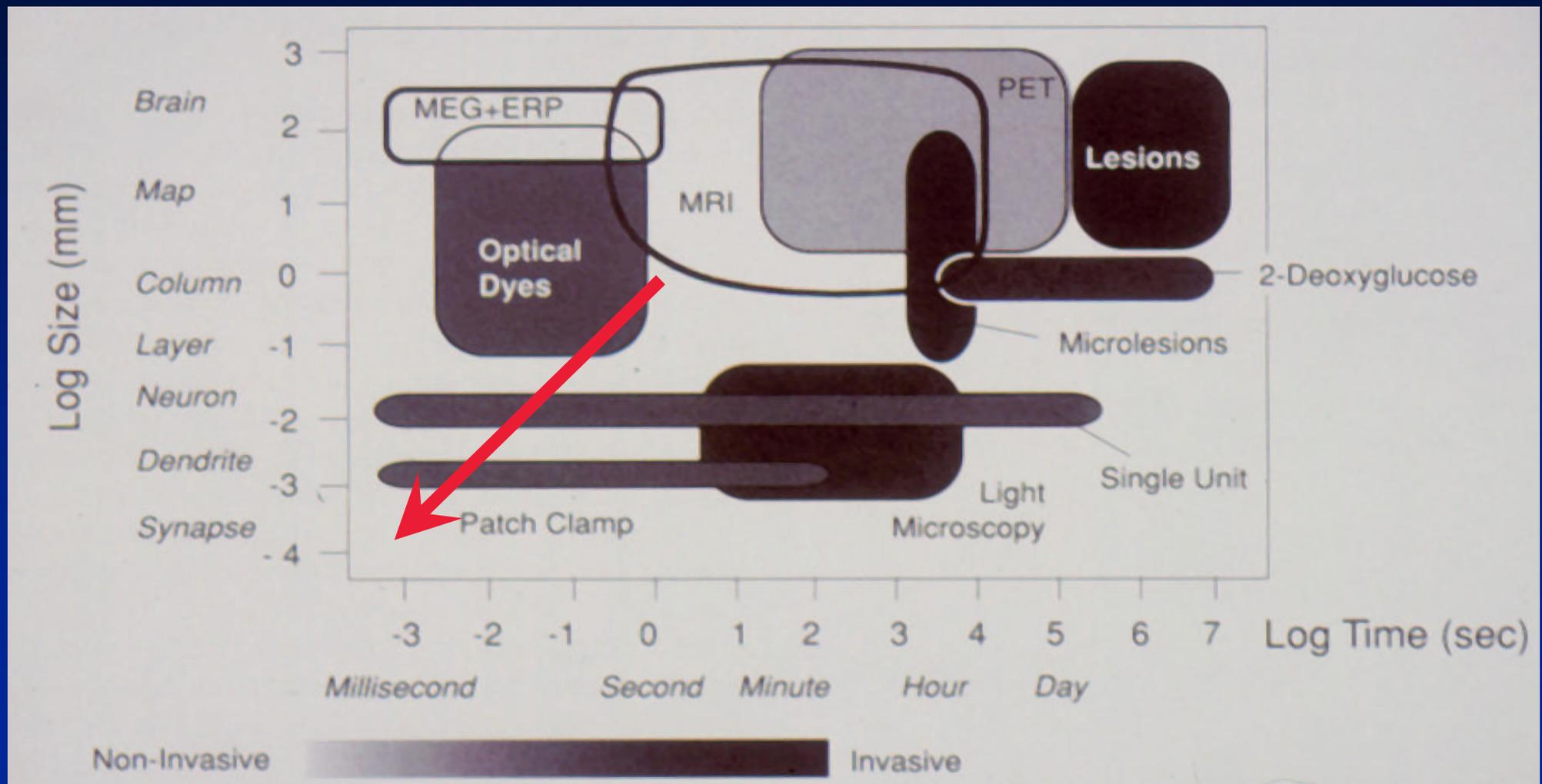
Language

Calculus

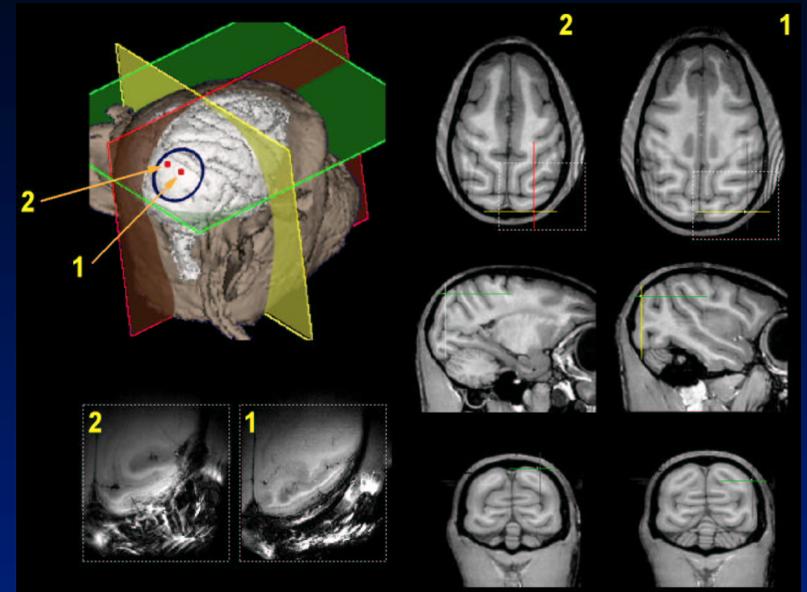


Les enjeux de la neuroimagerie

- Clusters de 1000 neurones: homme ET primates
- Echelon microscopique (10 μm , 10 ms)?



Brain physiology



N. Logothetis et al., Nature, 412:150-157, 2001

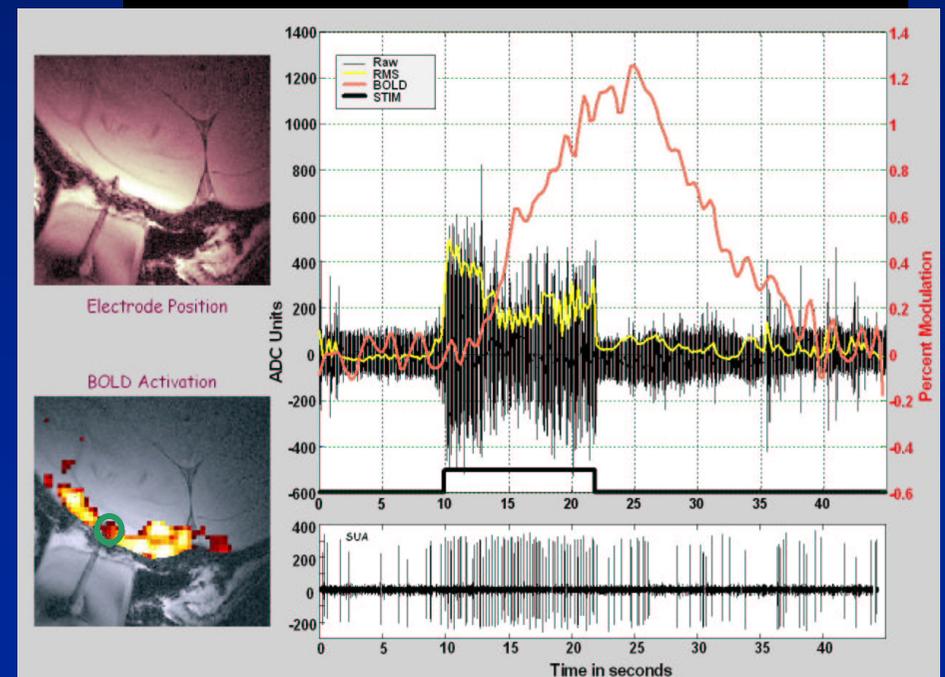


Fig. 1

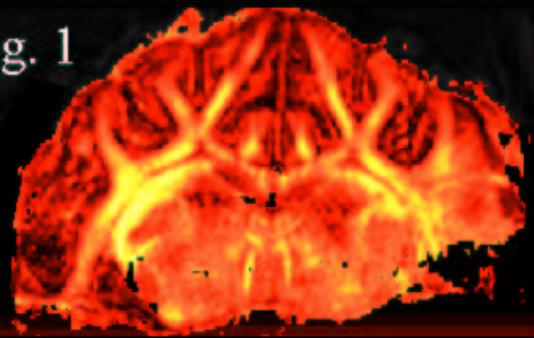


Fig. 2

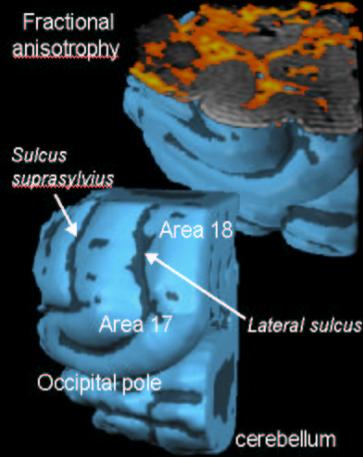


Fig. 5

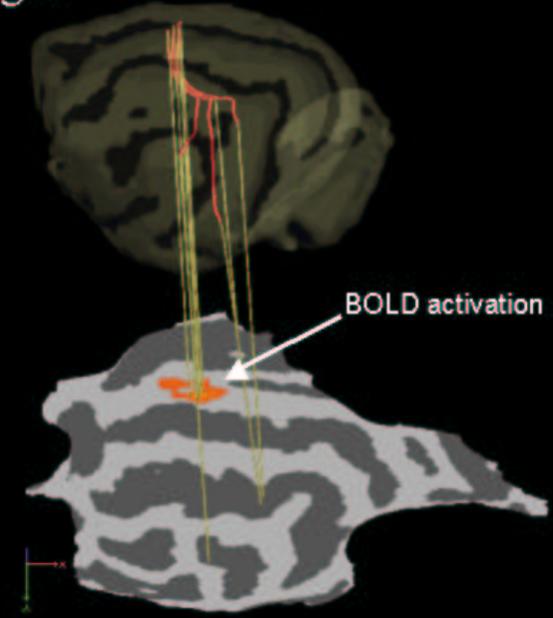


Fig. 3

In vivo visualization of DTI-based fibers: 2D projections

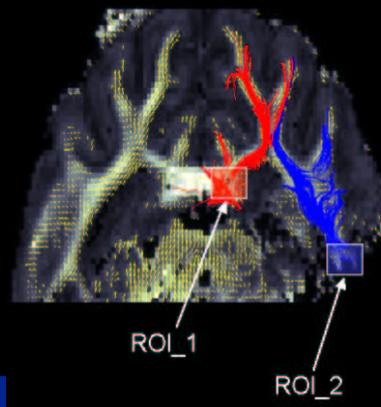
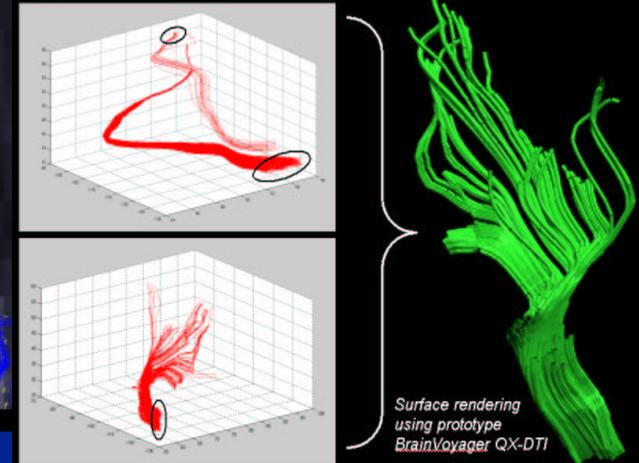


Fig. 4



Cat primary visual cortex – coronal view

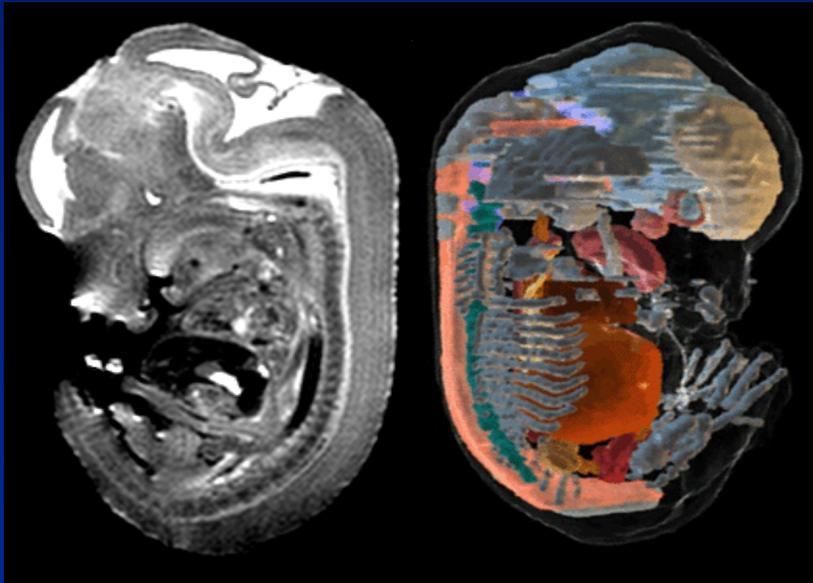
Combining BOLD fMRI and DTI in the cat cortex @9.4T
Kim and al., 2001 (CMRR, Minneapolis)

In vivo microscopic imaging

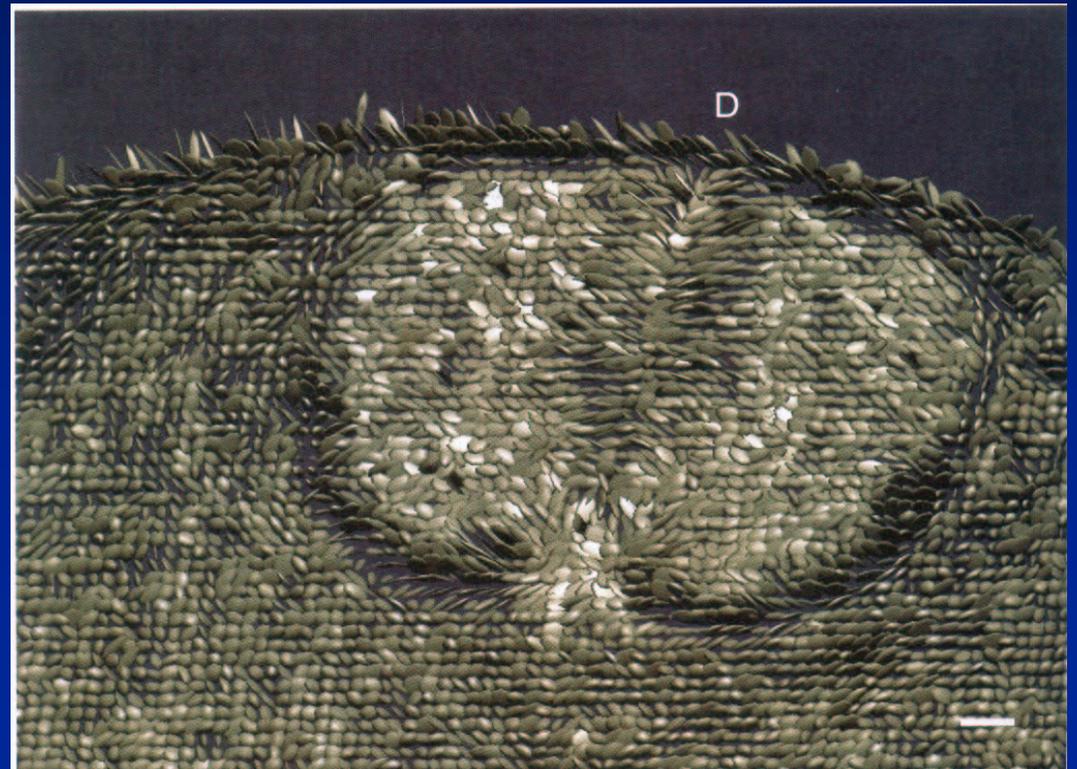
- Génomique fonctionnelle (« imagerie moléculaire »): souris transgéniques
- Imagerie cellulaire *in vivo*

E. Russel et al. Caltech

Mouse embryo: 13.5 days post conception

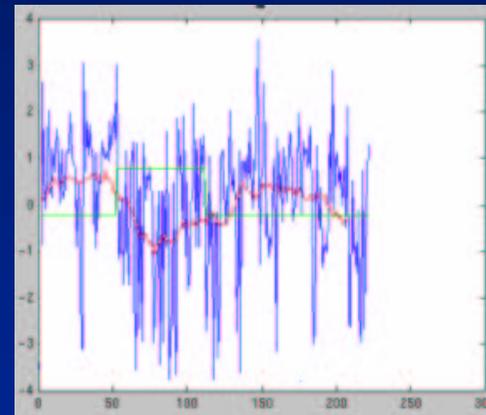
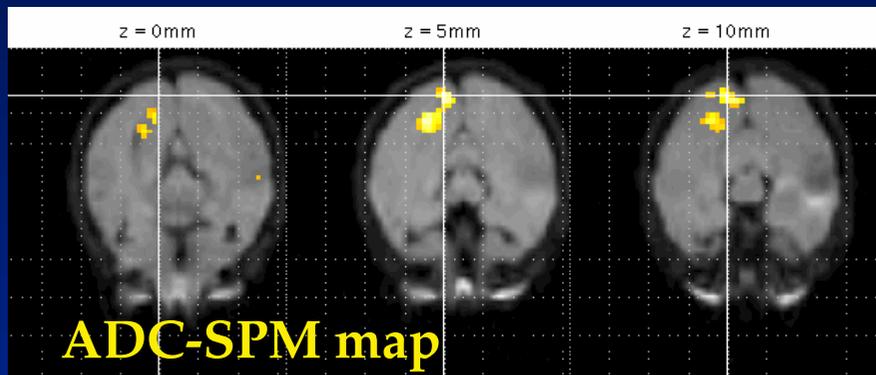


Diffusion Tensor MRI: Mouse spinal cord

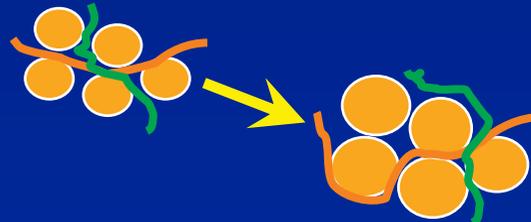


The potential of MRI/MRS

- *Biophysics*
(dendrite polarization, action potentials, ionic flux)
--> EEG/MEG, **Diffusion MRI?**



*Cell
swelling*



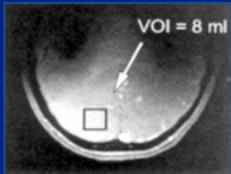
Neurons

The potential of MRI/MRS

- *Neurochemistry, neuropharmacology*
(neurotransmitters, receptors)
--> PET ligands, **MRS?**

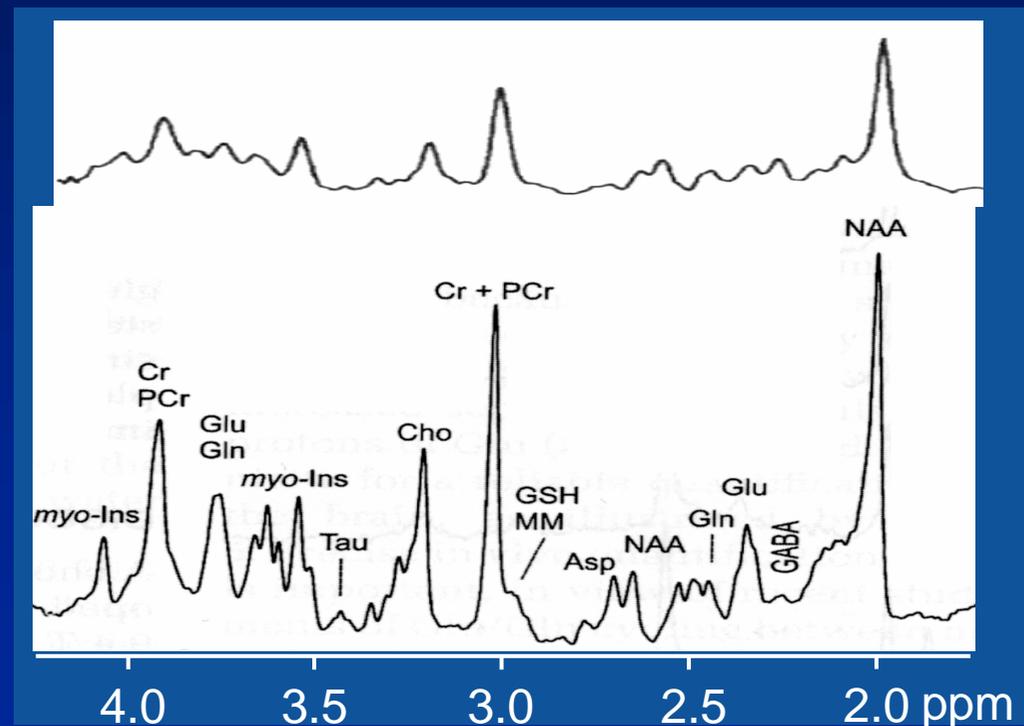
2 Tesla :

(Frahm et al.)



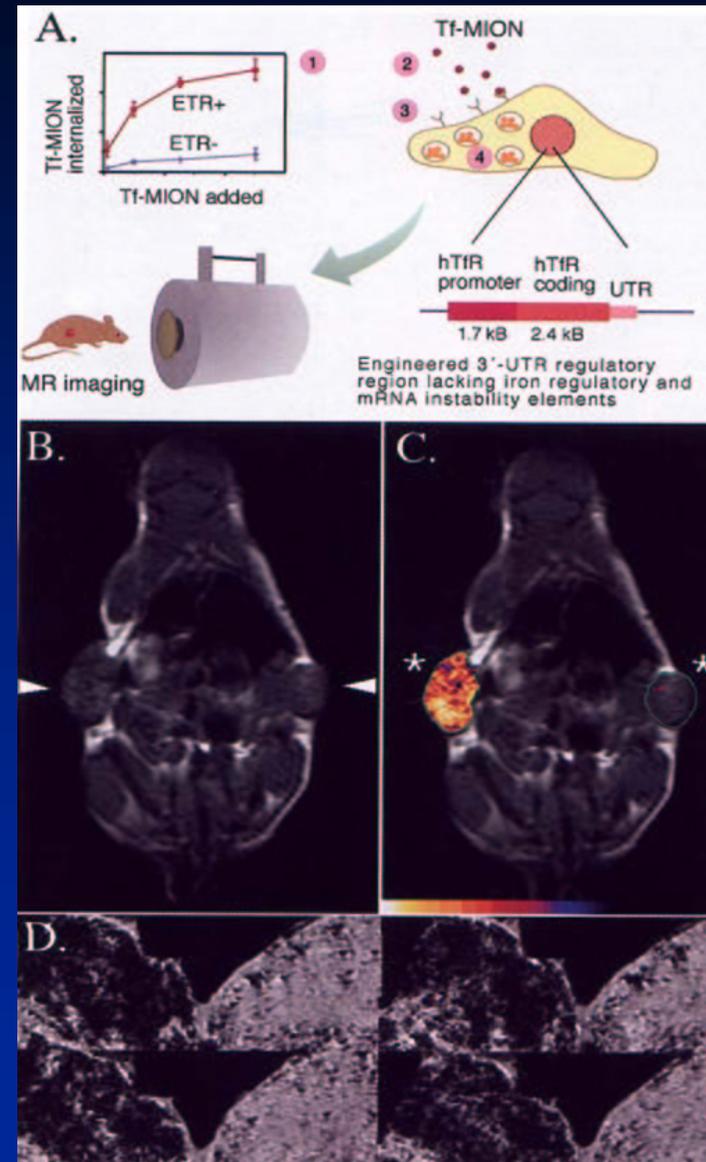
7 Tesla :

(Tkac et al.)



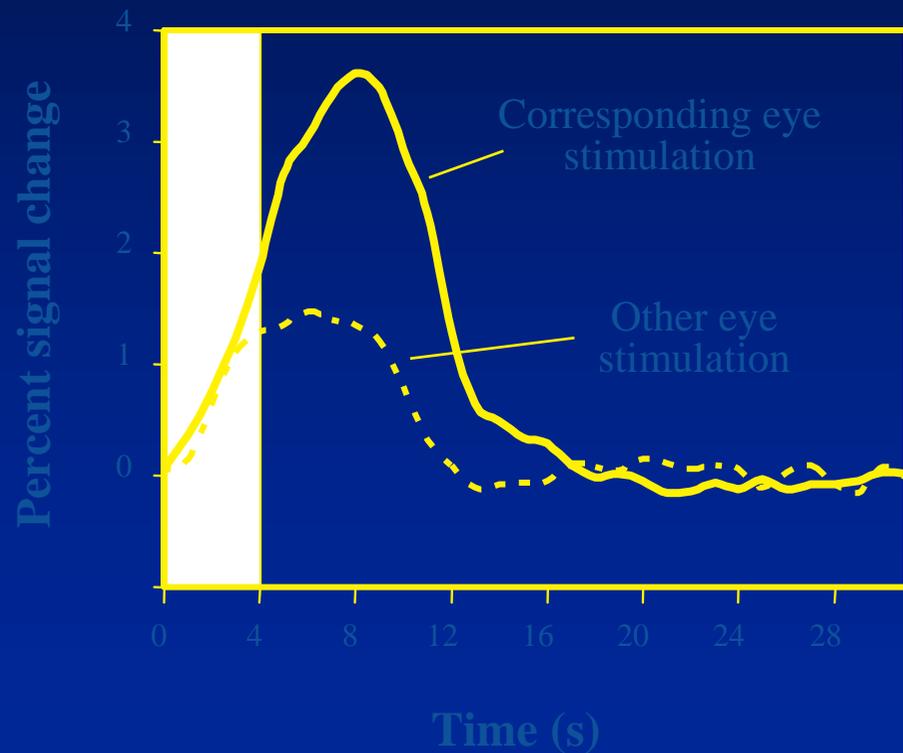
The potential of MRI/MRS

- *Molecular biology*
 - ✓ ionic channels
 - ✓ gene expression)--> molecular imaging
PET, **ca-MRI**



The potential of MRI/MRS

- *Metabolism*
(CMRglu, CMRO₂, ... ? CBF)
--> PET, NIRS, **fMRI**, **MRS**



Marché ... (?)

- *Situation internationale*

- USA

- » CMRR (Minneapolis, MN) ++
 - » NIH (Bethesda, MD) ++
 - » MGH-MIT, Harvard (Boston, MA)
 - » Univ. Chicago

- Europe

- » Max Planck (Tübingen, Leipzig) ++
 - » Projet universitaire (Aix, Berlin, Cologne, Düsseldorf, Jülich) ++
 - » FIL/Welcome Trust/Glaxo (Londres)
 - » U. Nottingham

- *R&D, projets industriels*

- Aimants, gradients: Magnex, Oxford

- RF, logiciels/assemblage: constructeurs RMN

- » GEMS, Siemens, Brüker, Philips, Varian,...

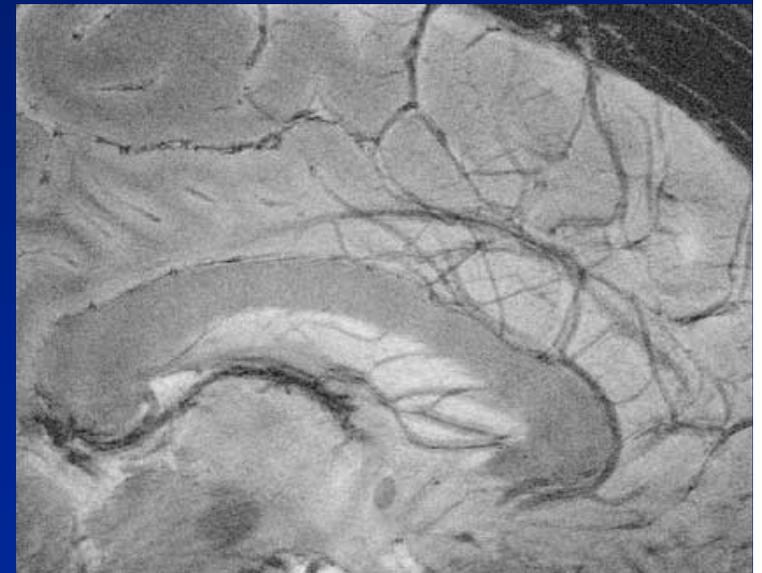
Ultra High Field MRI/MRS for Neuroscience

- **Potentiel des très haut champs (>7T)**

- Signal/bruit
 - » Résolution spatiale 1mm -> 100 μ m ... 10 μ m
 - » Résolution temporelle 1s -> 100ms ... 10ms
 - » Résolution spectrale/concentration
- Nouvelles approches
 - » Paramètres accessibles
 - » Modes d'imagerie

- **Analyse/traitement d'images/données**

- Modèles de réseaux de neurones
- Processus non linéaires/ synchronisations



Positionnement du CEA

- Savoir-faire en neuroimagerie (DSV)
 - Hommes, primates, rongeurs
- Savoir-faire en magnétisme/cryogénie (DSM)
- Ressources informatiques/modélisation

PROJET

Projet original et unique:

- Articulé sur un partenariat DSV / DSM / Saclay
- Proximité DSM, projet SOLEIL: Site de Saint-Aubin
- Choix de 4 (+1) systèmes
 - » Risque faible: 3T homme et 11.7T primate
 - » Risque plus élevé: 11.7T homme et 15/17T rongeur
 - » Système futuriste ouvert
- Mode de fonctionnement en 3 couches
 - » Equipes résidentes
 - » Equipes support/service
 - » Equipes de passage (centre européen)

The Saint-Aubin Project

Very High Field Neuroimaging and Spectroscopy

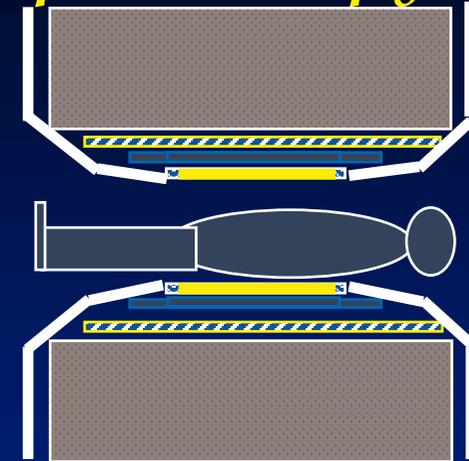
- The challenges

- Technical

- » Field strength/large volumes +
- » Field homogeneity, shim ++
- » Gradient coils +++

- Biological

- » RF penetration/SAR/coil design
- » Ethics, safety, acoustic noise



NEUROIMAGERIE

- *Diversité/complémentarité des méthodes*
- *Diversité/complémentarité des expertises nécessaires:*
 - méthodes d'acquisition (physiciens, électroniciens, biochimistes,...)
 - traitement de signal et de l'analyse d'images (mathématiciens, informaticiens, statisticiens, ...)
 - fonctionnement cérébral (neurophysiologistes, neuropsychologues, ...)
 - cliniciens (neurologues, psychiatres, neuroradiologues, neuroanatomistes)

PARTENARIAT

- *Partenariats majeurs*
 - Intra-CEA (intra et inter DO)
 - Industriels (constructeurs aimants et IRM)
 - Autres organismes
 - » CNRS, INSERM, INRIA, INRA, AP-HP
 - Ecoles, universités (Paris XI, Paris VI)
- *Intégration régionale*
 - Génopôle, SOLEIL
 - IFR 49 (CIERM, Pitié-Salpêtrière, Necker)
- *Intégration nationale et internationale*
 - « Grands instruments en biologie »
 - Réseaux d'excellence européens

CALENDRIER

- Articulation sur 2 phases à recouvrement partiel:
 - Comité de pilotage
 - Management du projet initial (X. Charlot)
 - Phase d'exploitation
 - » Conseil scientifique international
 - » Perspectives à 10 ans: positionnement international

Le Défi Administratif

(crédibilité et viabilité du projet)

- *Interdisciplinarité à encourager, masse critique*
 - Expertises méthodologiques/biologiques, formation
 - Participation des différents organismes
- *Dimension européenne*
 - Accueil d'équipes: ressources humaines/matérielles
 - Financements
- *Redéfinition d'une stratégie de l'emploi et des ressources humaines*
 - Critères de recrutements, salaires/horaires
 - CDI/CDD (durée), industrie
- *Couplage pilotage scientifique gestion administrative*
 - Efficacité, flexibilité, adaptabilité: ressources
- *Expérimentation humaine et animale*
 - Législation européenne, règles d'éthique, activité clinique

Ressources humaines

- Effectifs escomptés: 150 personnes dont 50% permanents
 - Administration/Gestion
 - Services techniques
 - Physique RMN
 - Informatique
 - Expérimentation humaine
 - Expérimentation animale
 - Unités de recherche
 - » Traitement et analyse d'images
 - » Modélisation
 - » Neurosciences cognitives
 - » Neurophysiologie primates
 - » Neurobiologie petit animal
 - » Neurochimie

UNAF aujourd'hui

- Choix scientifiques:
 - Adaptés aux ressources matérielles et humaines disponible dans l'unité
 - » Méthodes IRM
 - » Modélisation du signal IRM
 - » Etude du cerveau humain
 - » Niveau global, anatomique et cognitif

PARTENARIAT

- *Partenariats majeurs*
 - Intra-CEA
 - » DSV (SHFJ, Bruyères le Châtel)
 - » DSM
 - » Centre de Saclay
 - Industriels (constructeurs aimants et IRM)
 - Autres organismes
 - » CNRS, INSERM, INRIA, INRA, AP-HP
 - Ecoles, universités (Paris XI, Paris VI)
- *Intégration régionale*
 - Génopôle, SOLEIL
 - IFR 49 (CIERM, Pitié-Salpêtrière, Necker)
- *Intégration nationale et internationale*
 - « Grands instruments en biologie »
 - Réseaux d'excellence européens

CALENDRIER

- Articulation sur 2 phases à recouvrement partiel:
 - Comité de pilotage
 - Management du projet initial (X. Charlot)
 - » actions en cours, calendrier
 - Appel d'offre bâtiment
 - Appel d'offre constructeurs
 - » Budget provisionnel (51M€)
 - » échéances 2002→2006
 - Phase d'exploitation
 - » Conseil scientifique international
 - » Perspectives à 10 ans: positionnement international