

# IMN-530

Reconstruction et analyse d'images médicales

–

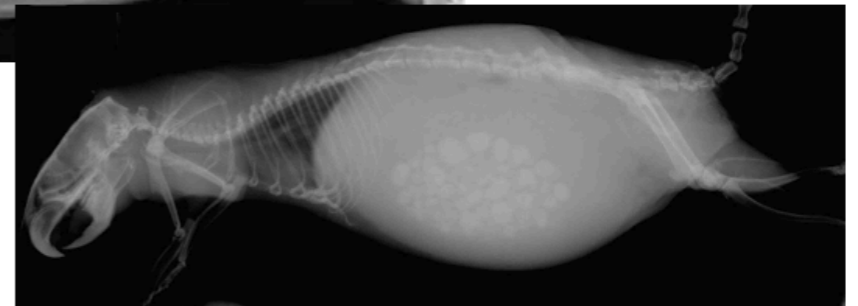
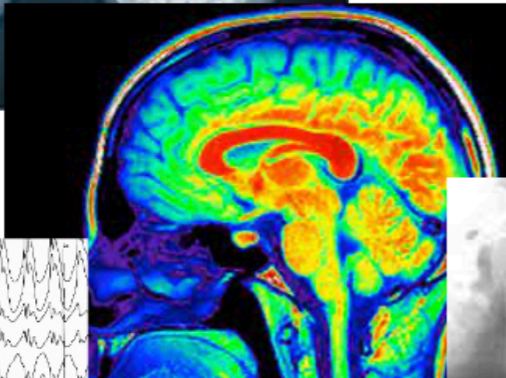
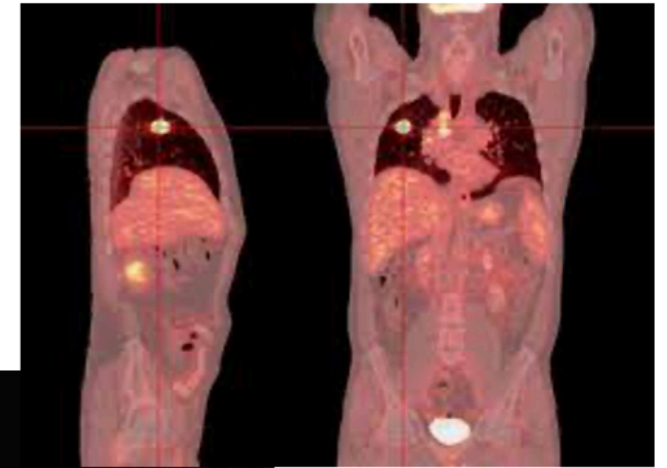
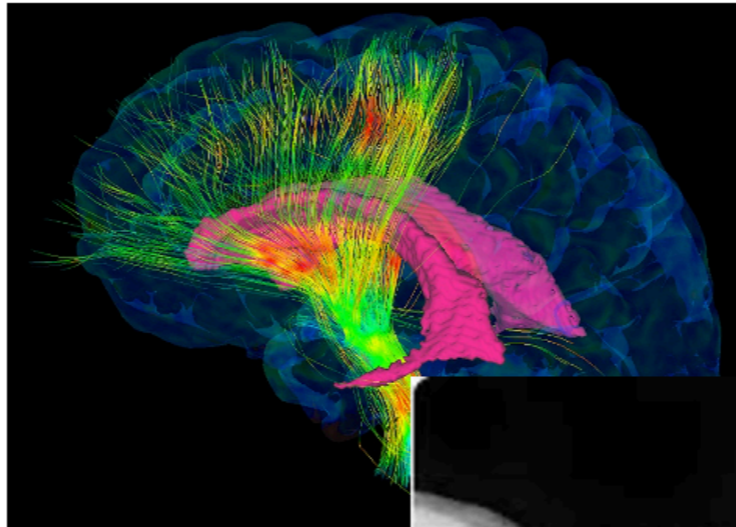
INTRODUCTION

<https://scil.usherbrooke.ca/courses/imn530/>



# Imagerie médicale?

- Des images...
  - ... de cerveau
  - ... de colonne vertébrale
  - ... d'animal
- Pour voir...
  - ... leur fonction
  - ... les maladies
  - ... leur organisation



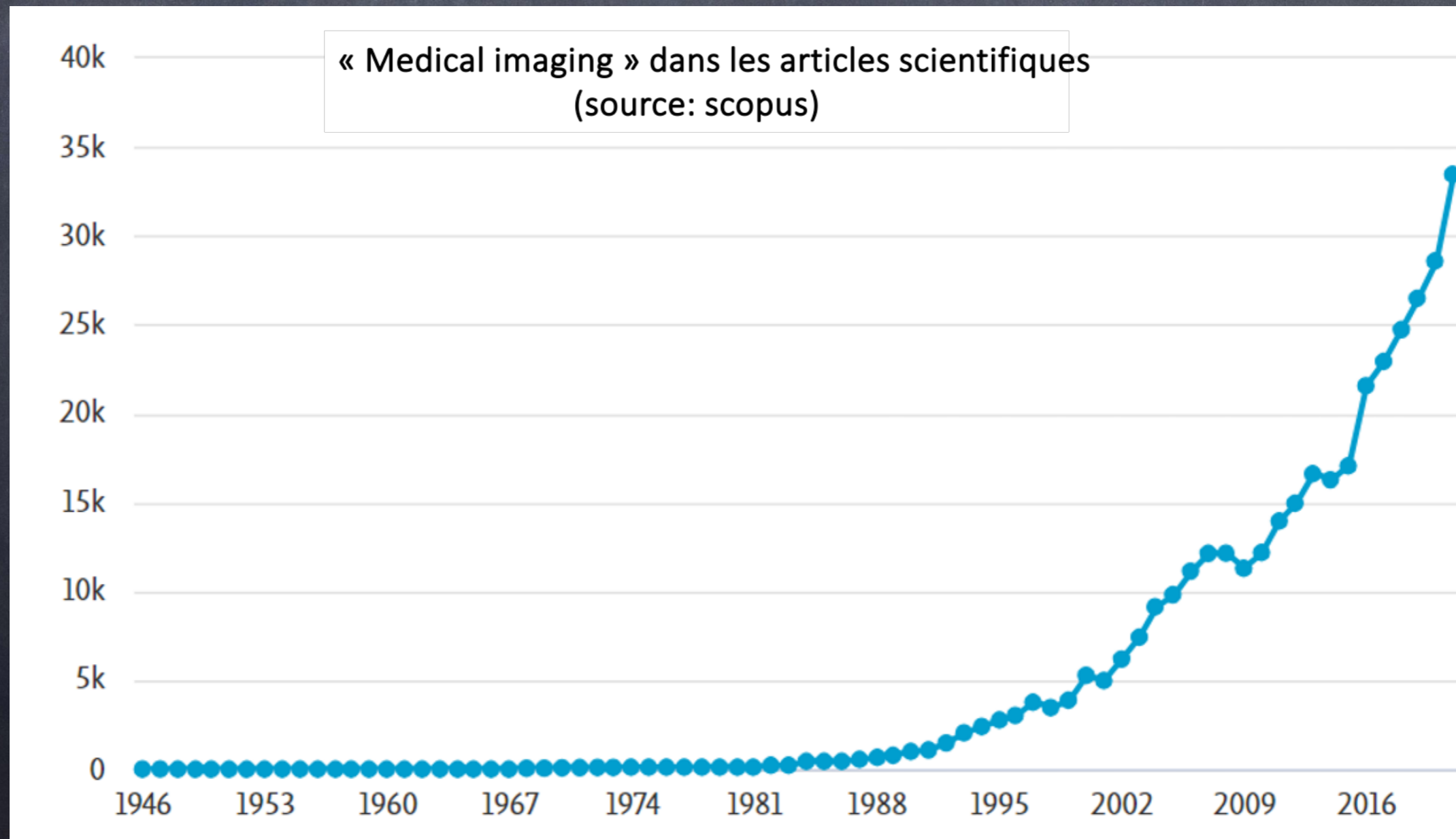


# Contexte et motivations

- Au cours des dernières décennies
  - Explosion de l'importance des images médicales en médecine
  - Fort besoin d'outils en traitement/analyse d'images pour aider les médecins à utiliser ce grand volume de données
- "The future of medicine?"
  - "There will be an app for it.." -- NIH director

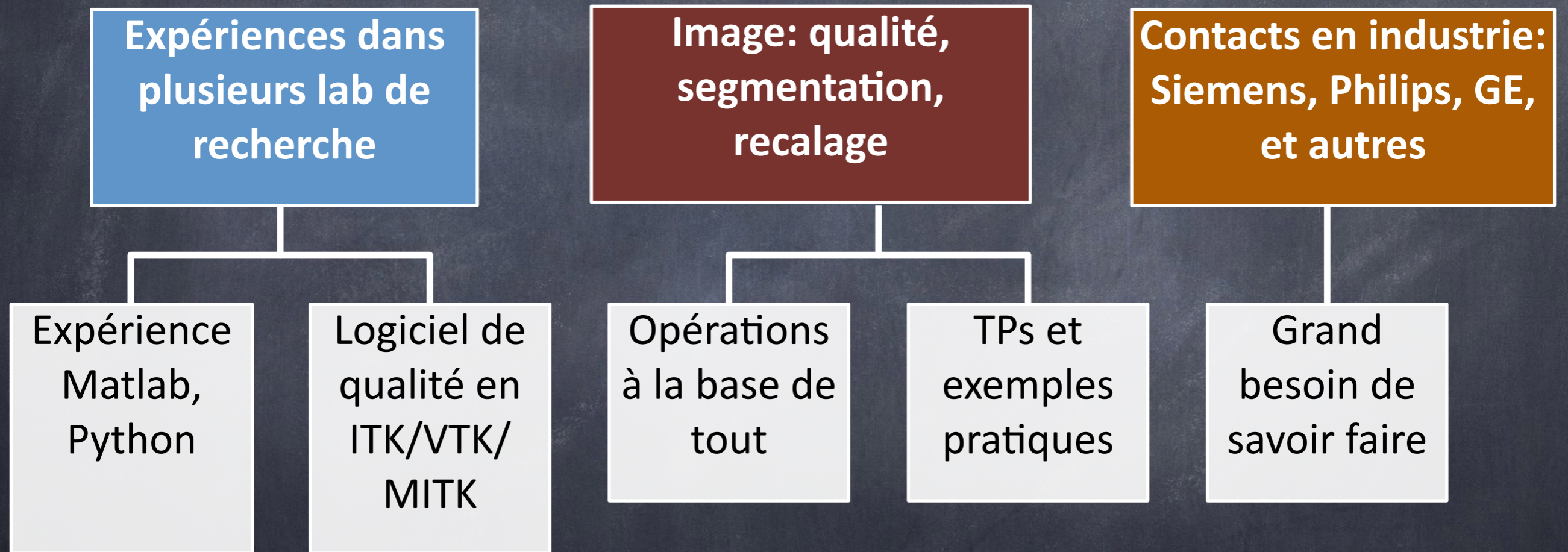


# Importance de l'imagerie médicale en médecine





# Inspirations pour ce cours





# Pourquoi est-ce que l'imagerie médicale est si spéciale?

- Contrairement à l'imagerie non-médicale, les images ne sont pas basées sur la réflexion de la lumière
- Les images sont formées par l'absorption et l'émission du signal
- Représentation d'attributs physiques
- Décisions cruciales (vie/mort, intervention chirurgicale ou pas) déterminées par l'analyse d'images médicales





# Imagerie médicale – Les problèmes...

- Domaine d'application très varié
- Que veut-on observer?
  - anatomie (organes divers, durs ou mous, immobiles ou en mouvement, vaisseaux)
  - fonction (flux sanguin, activité électrique, métabolisme du glucose, consommation d'oxygène, ...)



# Objectifs de l'imagerie médicale

- Aide à la décision et au diagnostique
- Traitement d'un grand nombre de données
- Geste médical et chirurgical assisté par ordinateur (planification et intervention)
- Mesures quantitatives non-invasives
- Visualisation scientifique



# Contenu IMN530

- 1) Améliorer la qualité des acquisitions (débruitage, corrections)
- 2) Améliorer la qualité des analyses (recalage, segmentation)
- 3) Améliorer la rapidité des analyses (GPU, Cluster, meilleur algo, meilleur code)
- 4) Savoir visualiser des données 2D, 3D, 4D, n-D



# Contenu IMN530

**Modalités d'acquisition et  
reconstruction  
(Ultrason, CT-Scan, IRM, TEP,  
optique)**

**Qualité, bruit et analyse  
d'images**

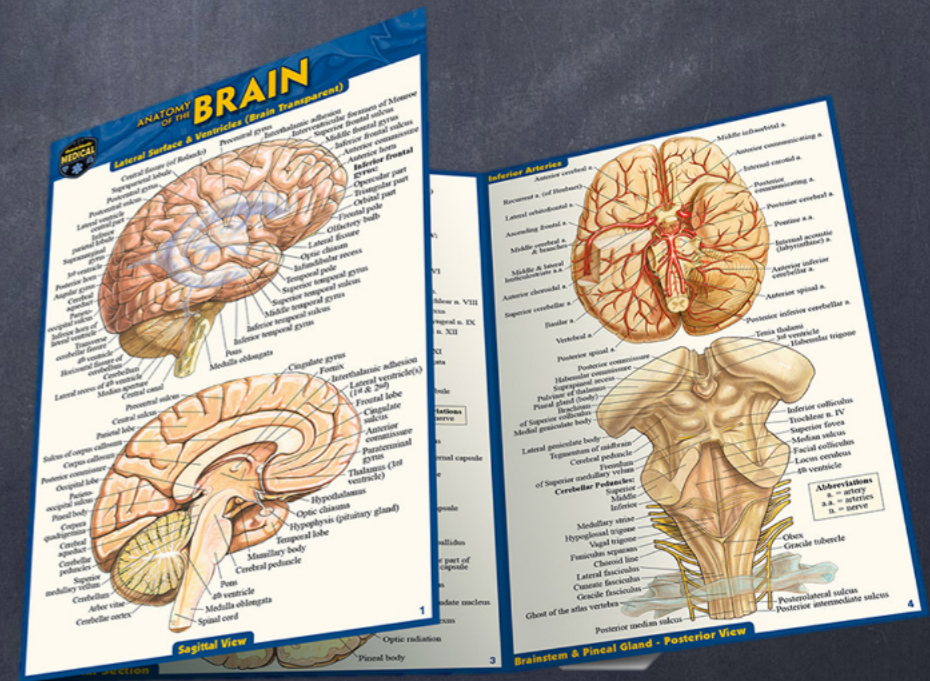
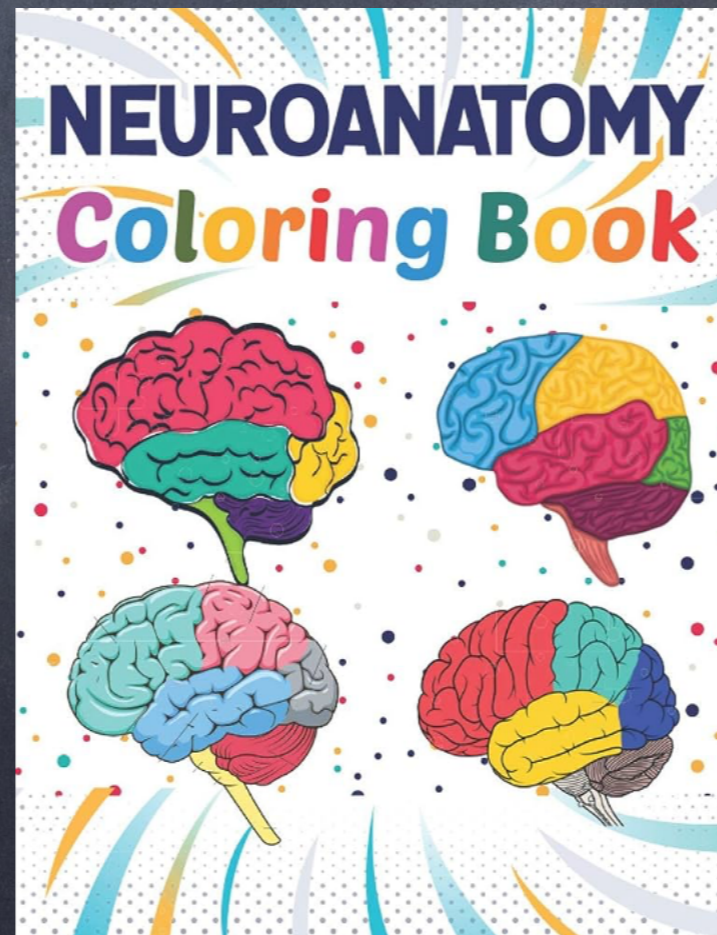
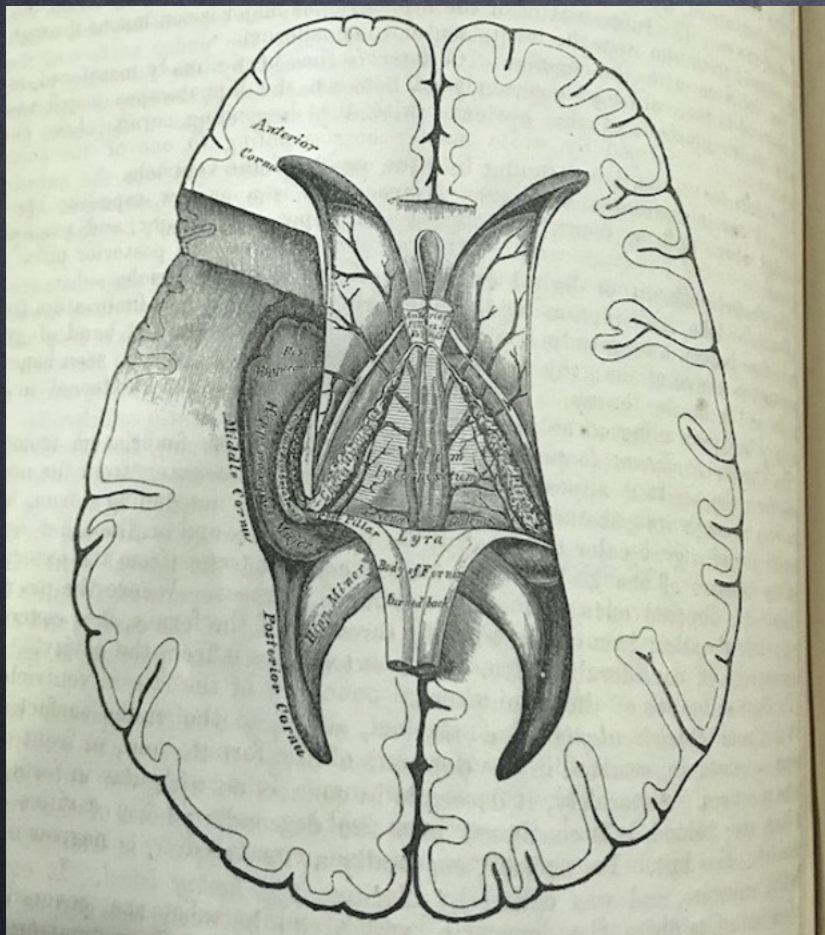
**Recalage  
(fusion, alignement)**

**Traitements avancés  
(imagerie fonctionnelle +  
tractographie en imagerie de  
diffusion)**



# Visualisation avancée

<https://bradipho.eu/2-3d-visualizer-r.html>







UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

<https://www.youtube.com/watch?v=Xm3tsTd9jb8>



# Contenu IMN530

**Modalités d'acquisition et  
reconstruction  
(Ultrason, CT-Scan, IRM, TEP,  
optique)**

**Qualité, bruit et analyse  
d'images**

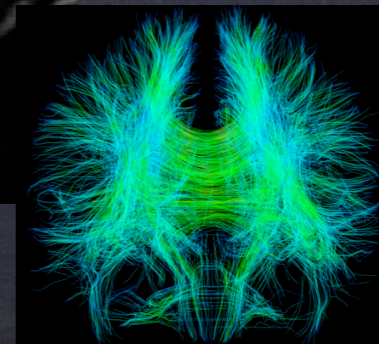
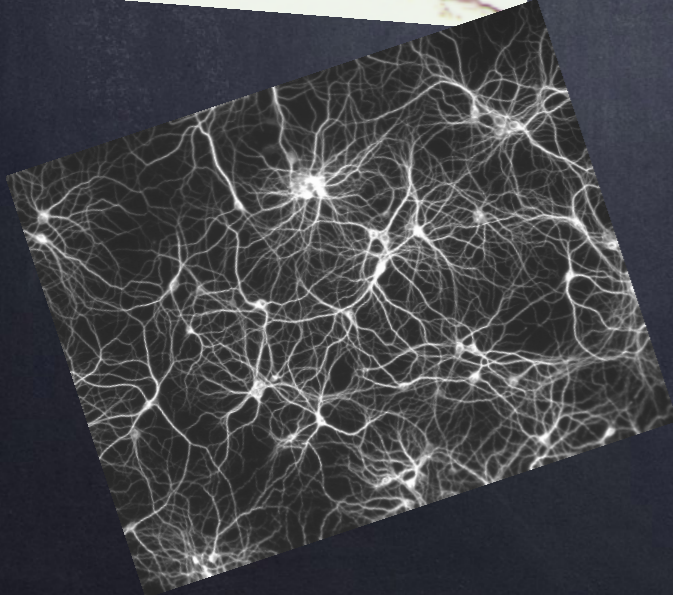
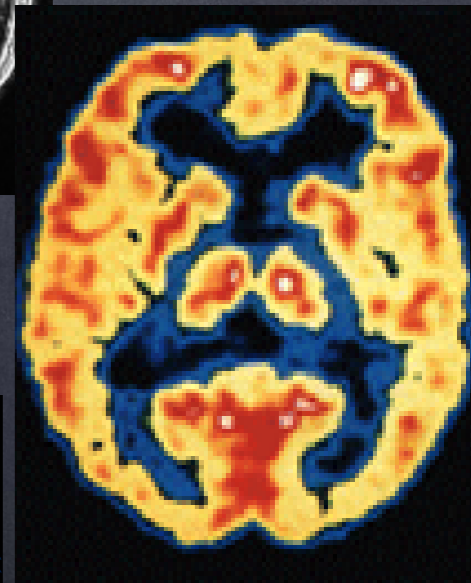
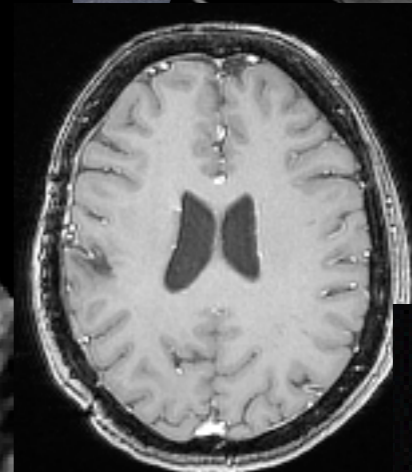
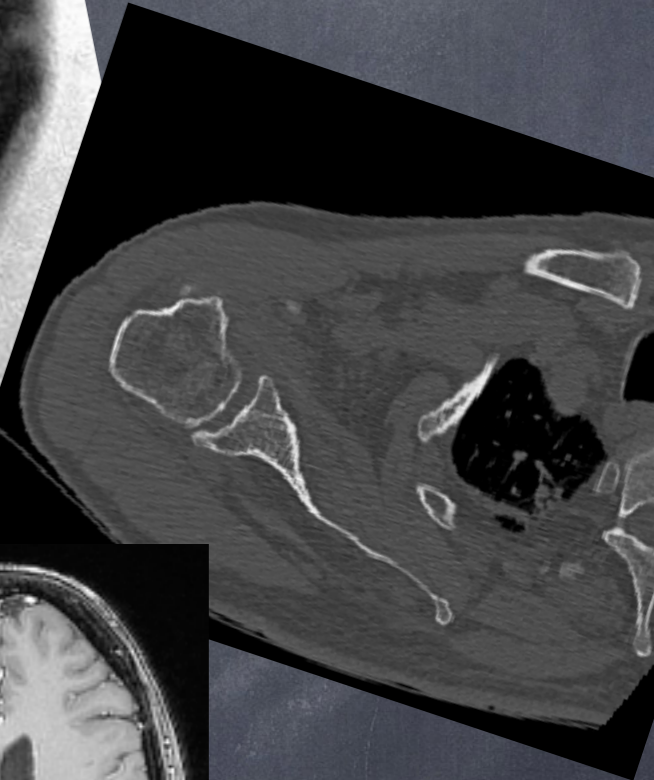
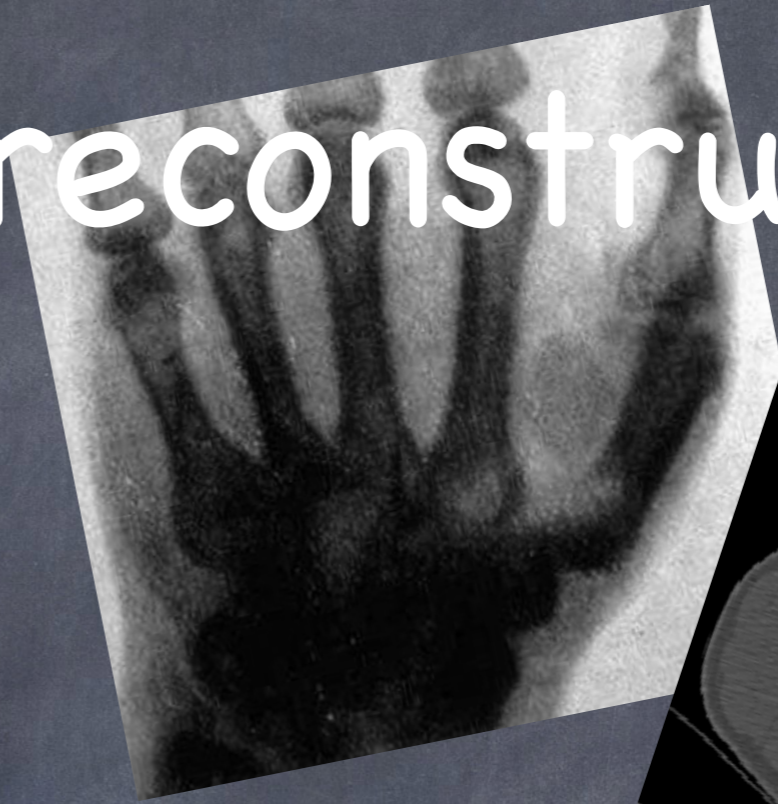
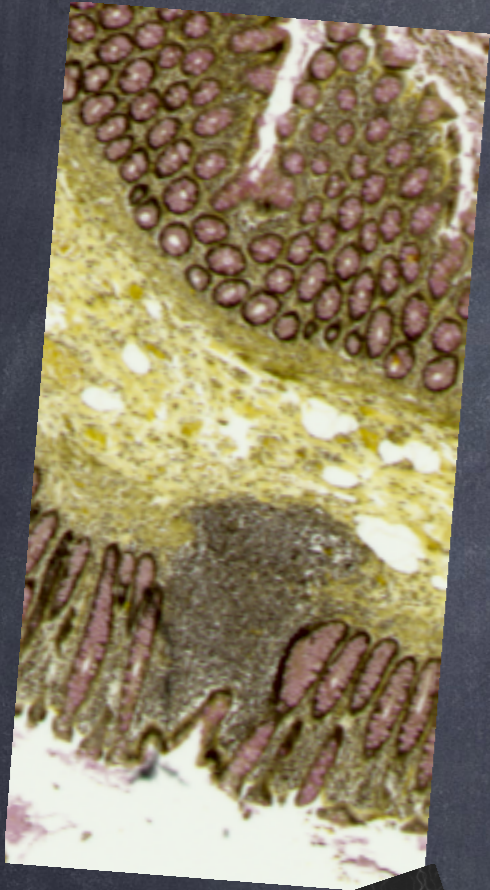
**Recalage  
(fusion, alignement)**

**Traitements avancés  
(imagerie fonctionnelle +  
tractographie en imagerie de  
diffusion)**



# Acquisition et reconstruction

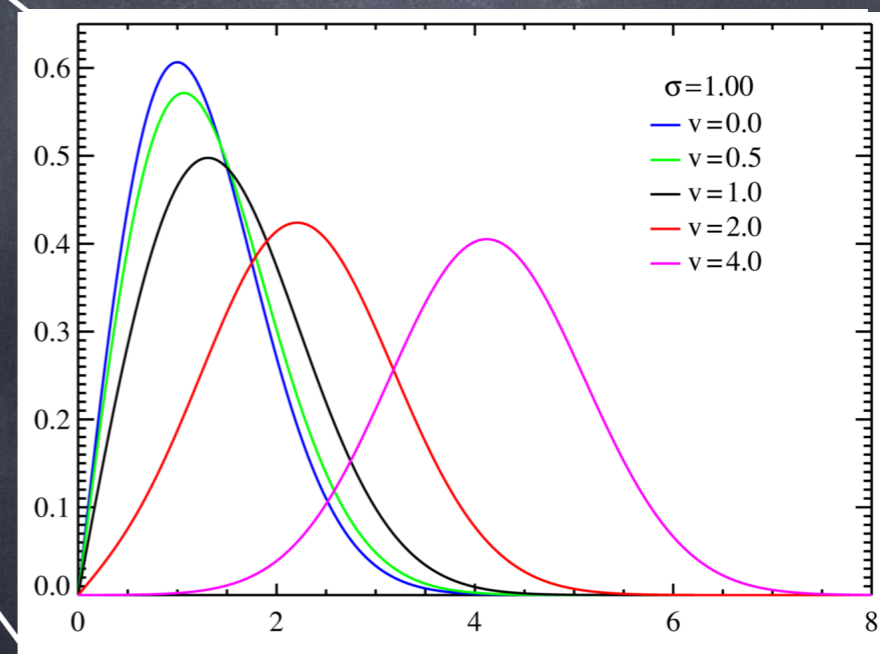
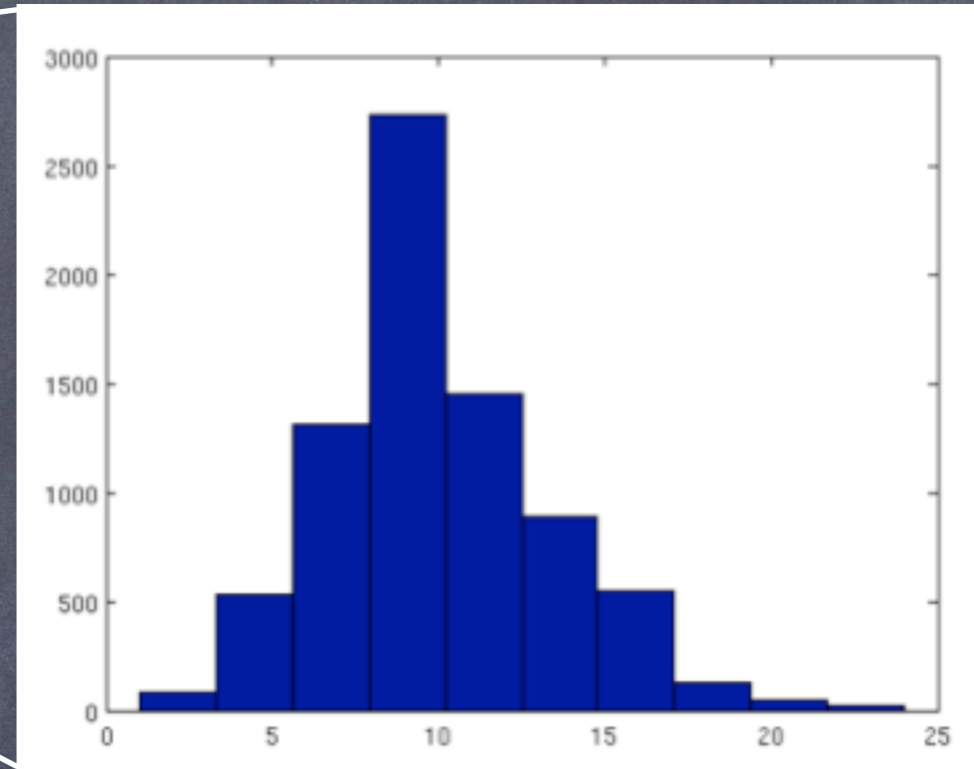
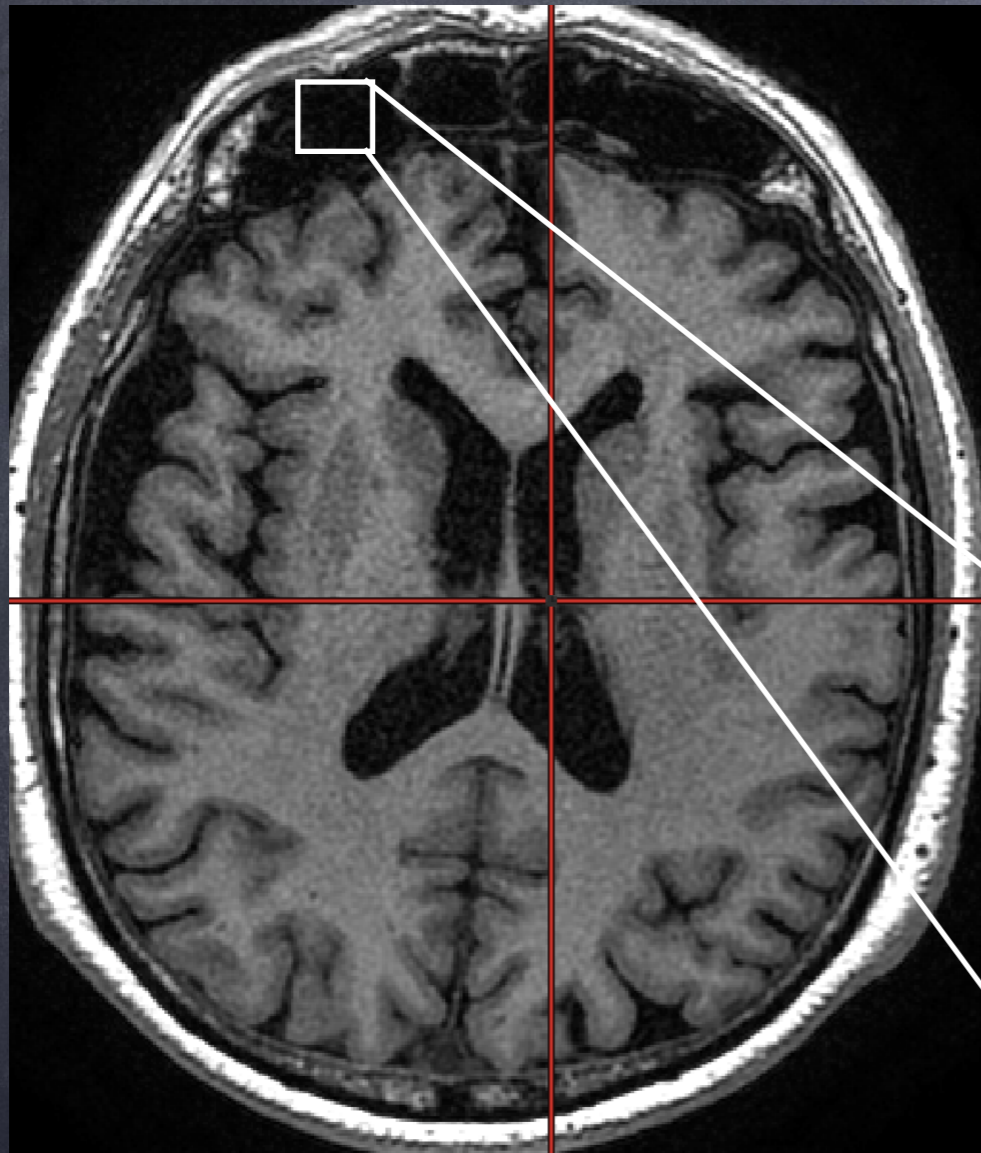
- Rayon-X
- Tomographie
- Ultrason
- IRM
- TEP
- Microscopie
- Optique





# Bruit

## Gaussien

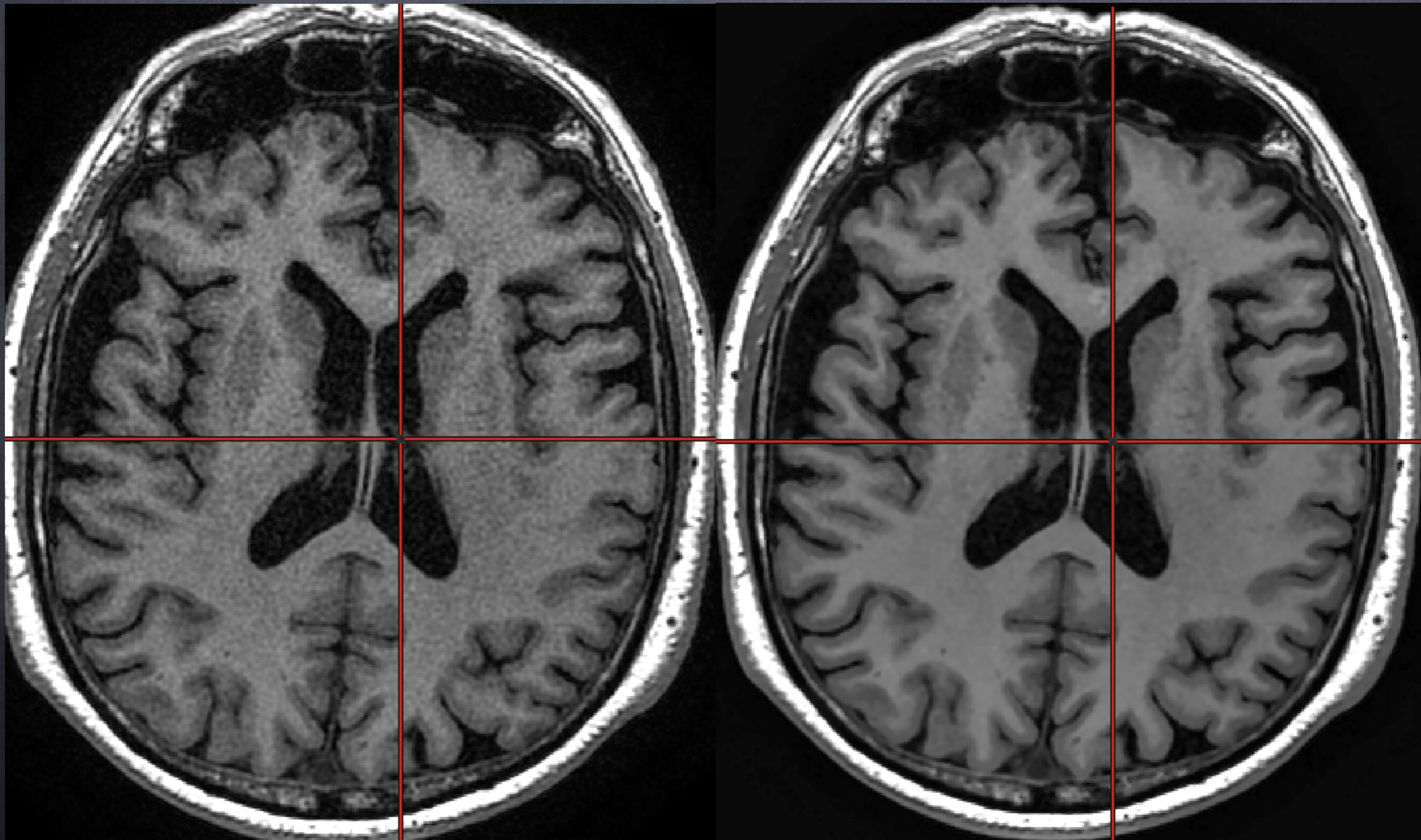


• Nature du bruit dépend de la modalité d'imagerie

## Ricien



# Débruitage



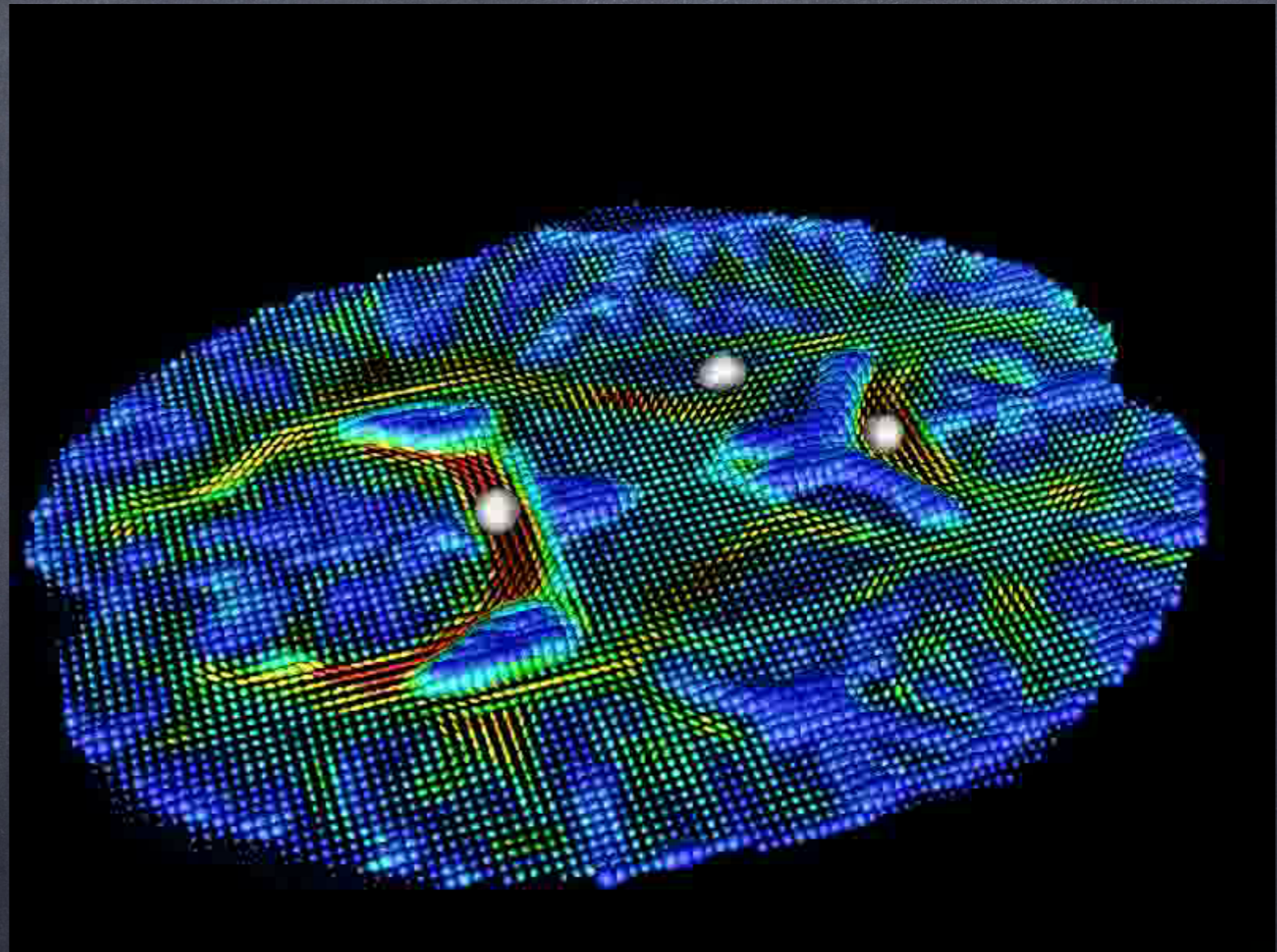


# Segmentation

- Toute analyse de forme, taille et volume passe par une étape préalable de segmentation. Cette étape permet d'isoler les structures.
- Critère essentiel: intensité dans l'image
  - Mais ça ne suffit pas... Besoin de plus d'info pour faire un bon travail (contexte, formes, localisation, voisins, ...)



# Segmentation





# Segmentation

## Région

- Intensité des voxels, caractéristiques
- Contours actifs, clustering, méthodes bayésiennes, etc.



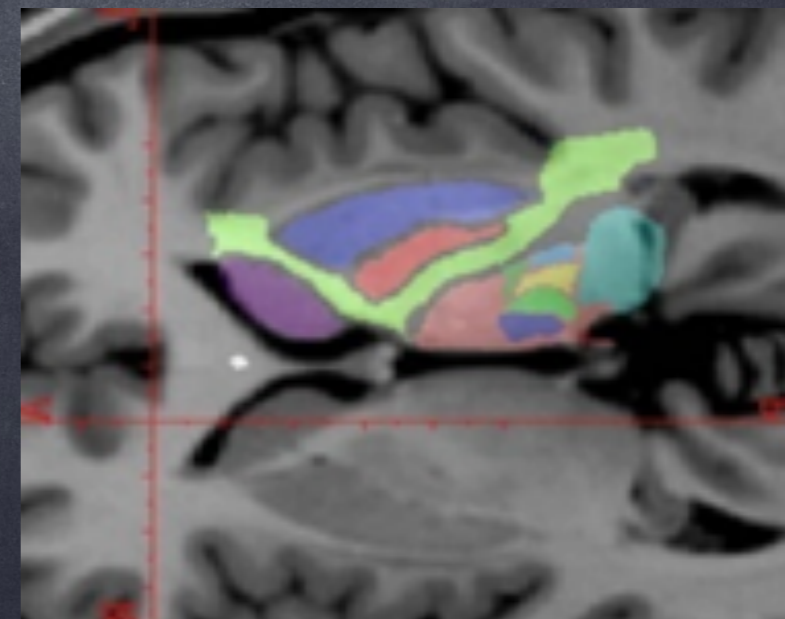
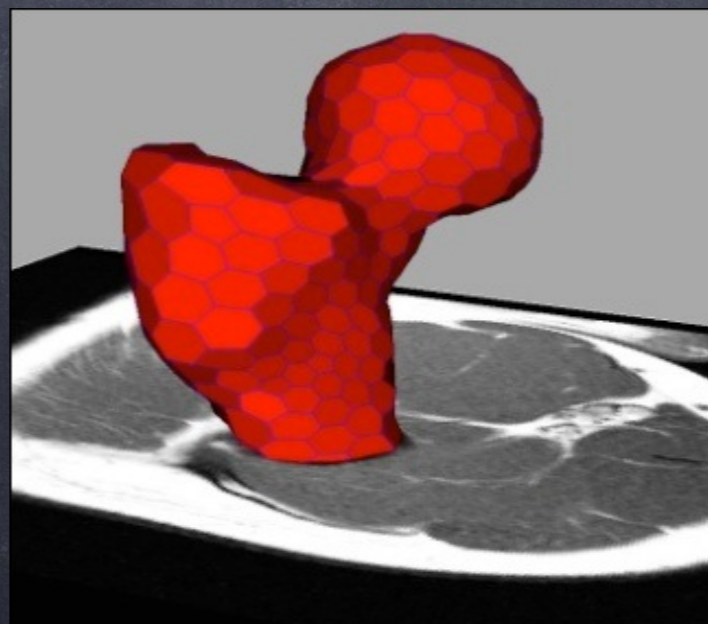
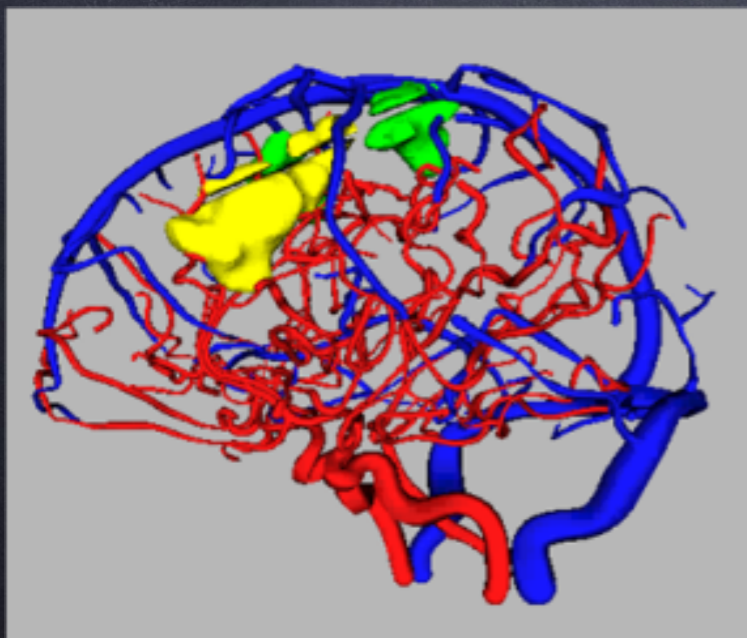
## Frontières

- Identifier des frontières anatomiques
- Méthodes surfaciques, analyse de formes, etc.



## Atlas

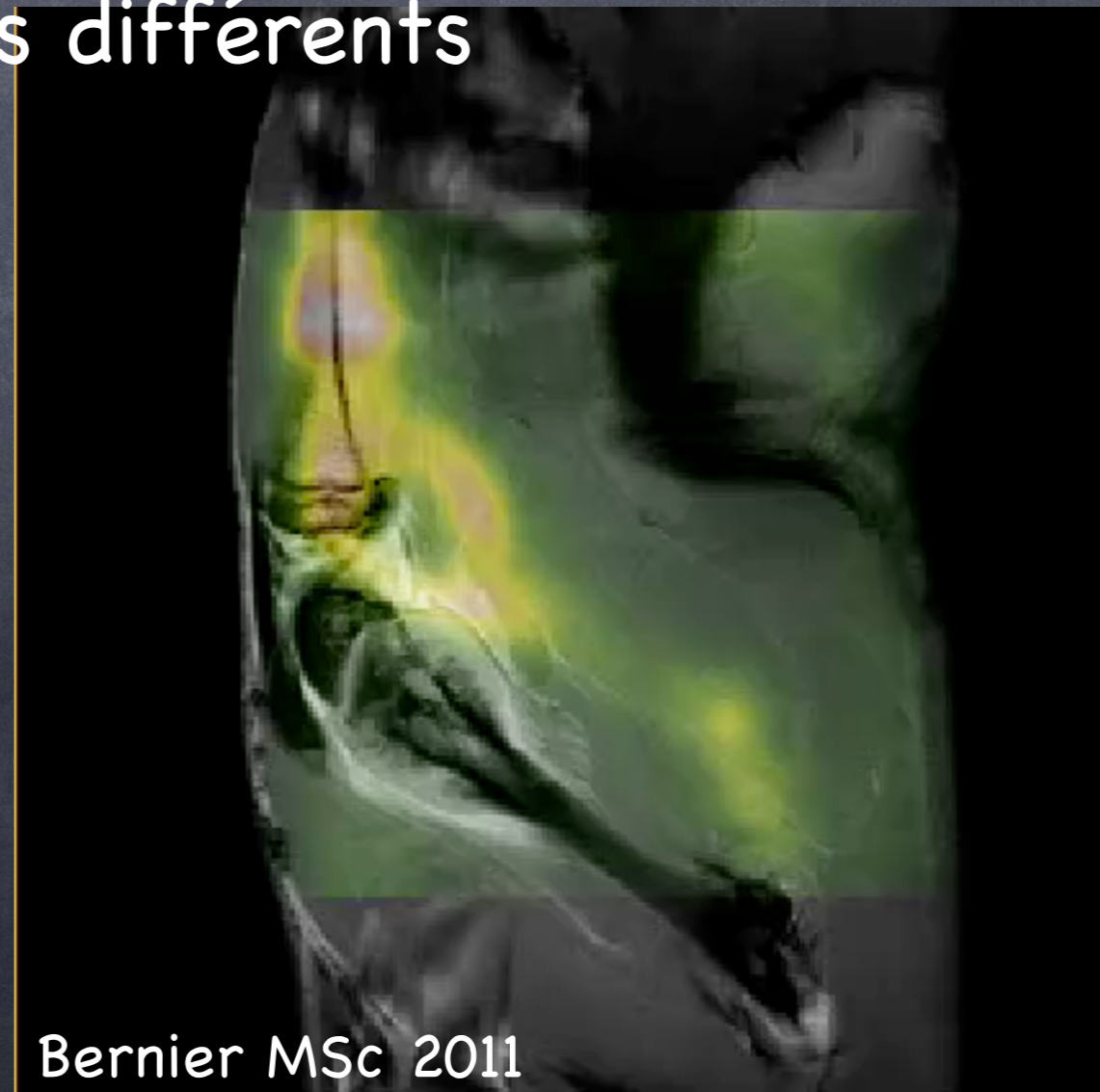
- Patient versus atlas
- Recalage non rigide *nécessaire*
- Adaptations aux pathologies





# Recalage - Pour faire quoi?

- Comparer deux modalités. Fusion.
- Comparer deux images à temps différents
- Comparer plusieurs sujets





# Recalage

- Trouver le "meilleur"  $T(x)$  qui renvoie l'image A sur l'image B:  $I_B = T(I_A)$

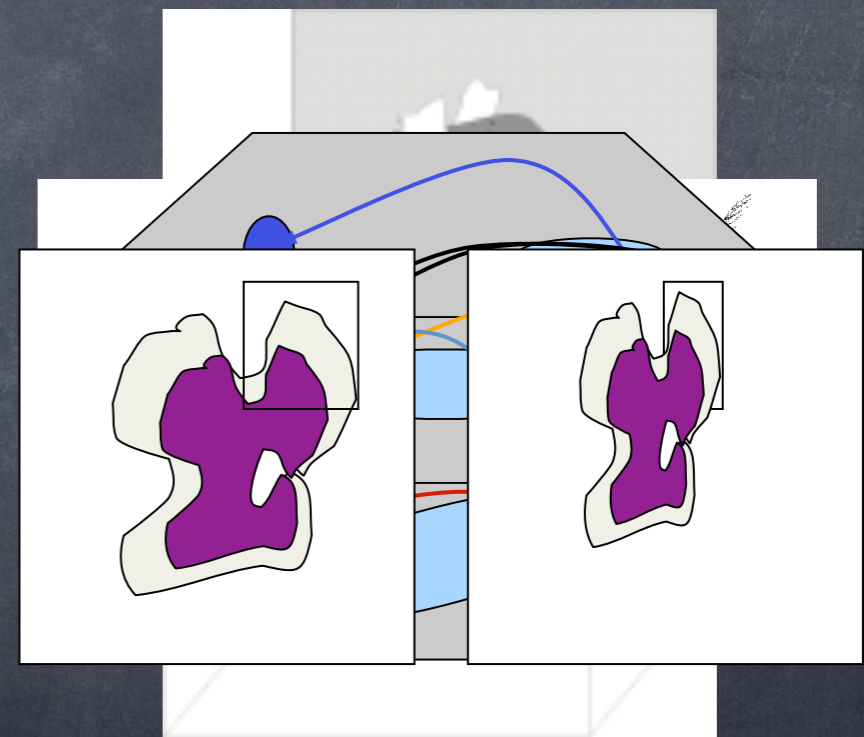
Points

2D-3D

Surfaces

Coupes/  
Tranches

2D & 3D  
images



Rigide

Affine

Non linéaire



# Invités experts sur le sujet

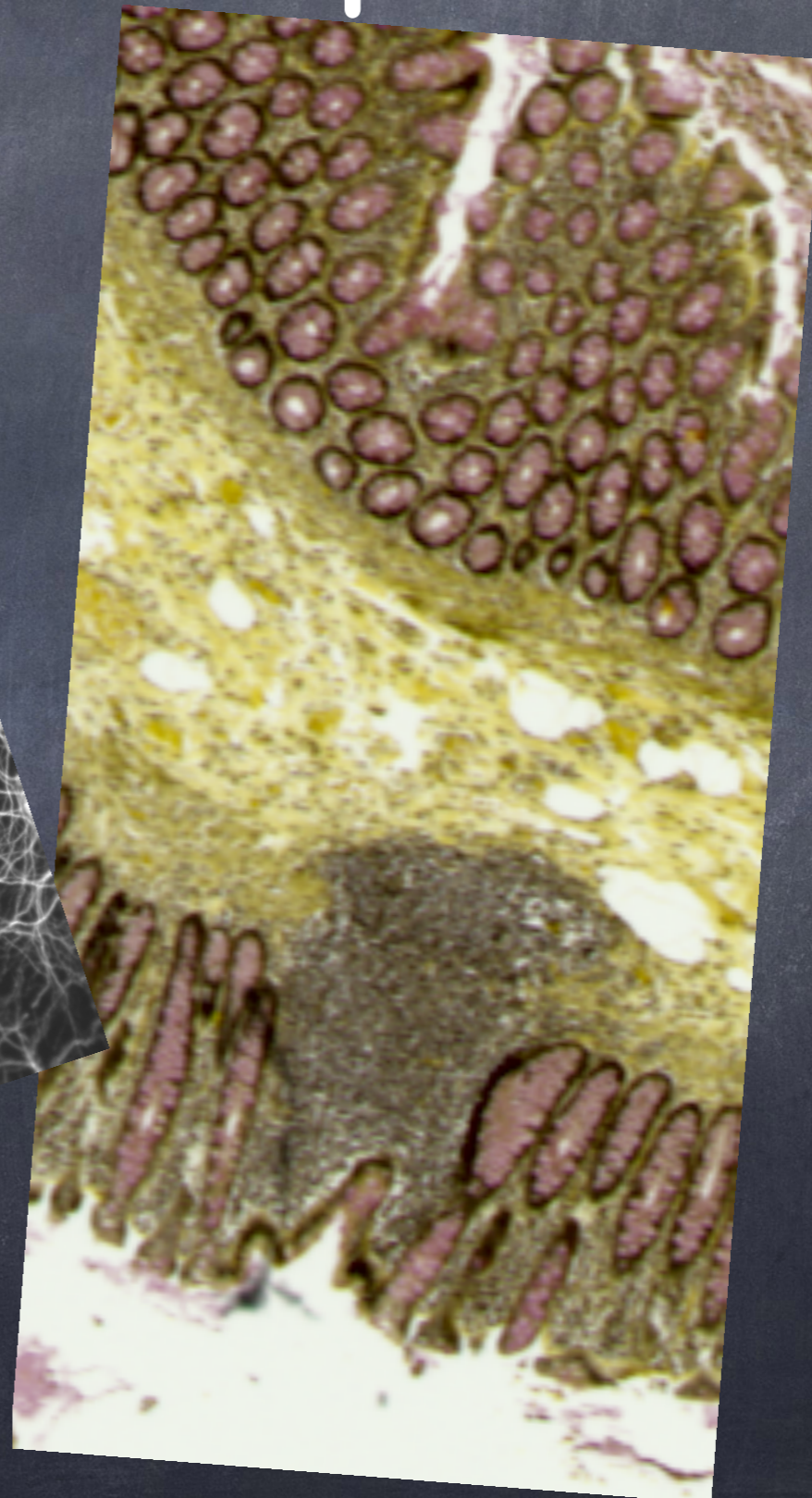
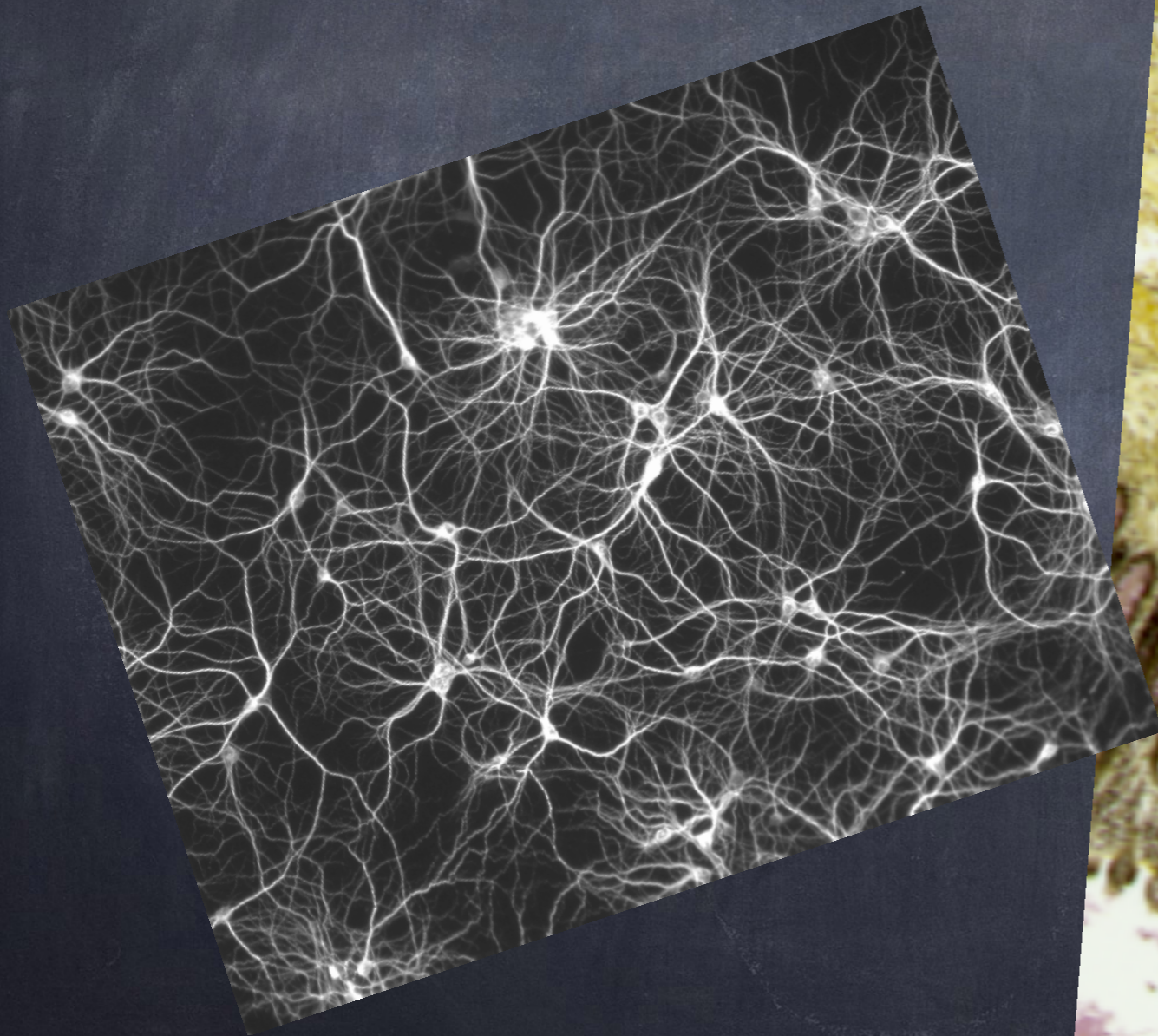
- Leonid Volkov - chercheur - microscopie
- Elijah Van Hooten, ingénieur - Elastographie
- Maggie Roy, neuroscientifique - Neuroimagerie multi-modale
- Kevin Whittingstall, neurosciences, IRMf/EEG
- Christian Bocti, neurologue (imagerie, vieillissement)
- Ann-Marie Beaudoin, neurologue
- David Fortin & Sami Obaid, neurochirurgien



# Microscopie



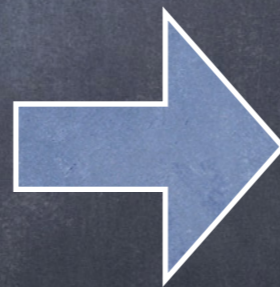
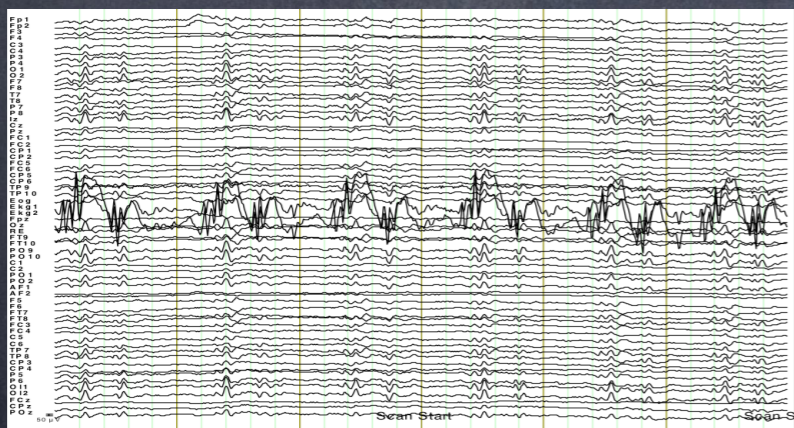
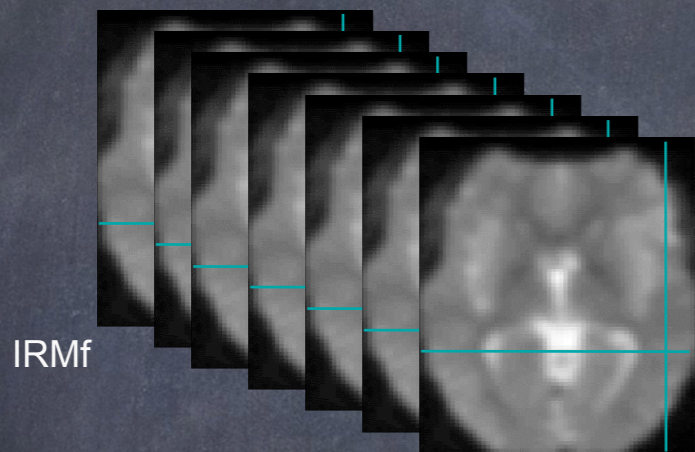
© Leonid Volkov



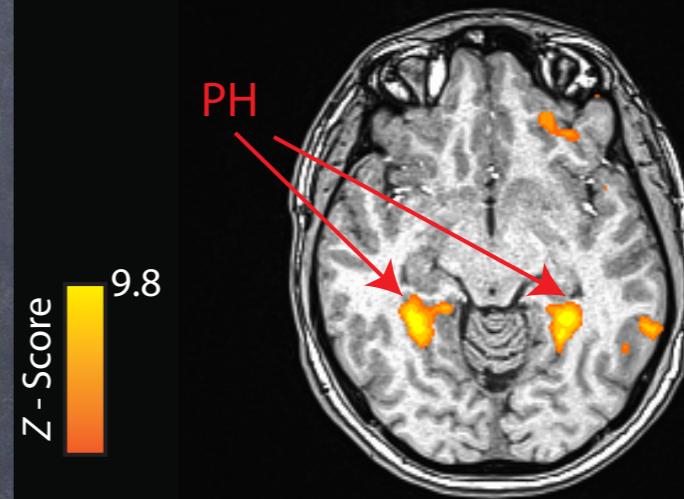




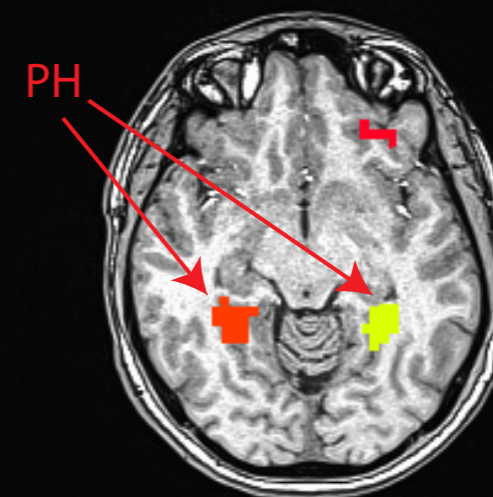
# Imagerie fonctionnelle



Activation Map  
Single subject



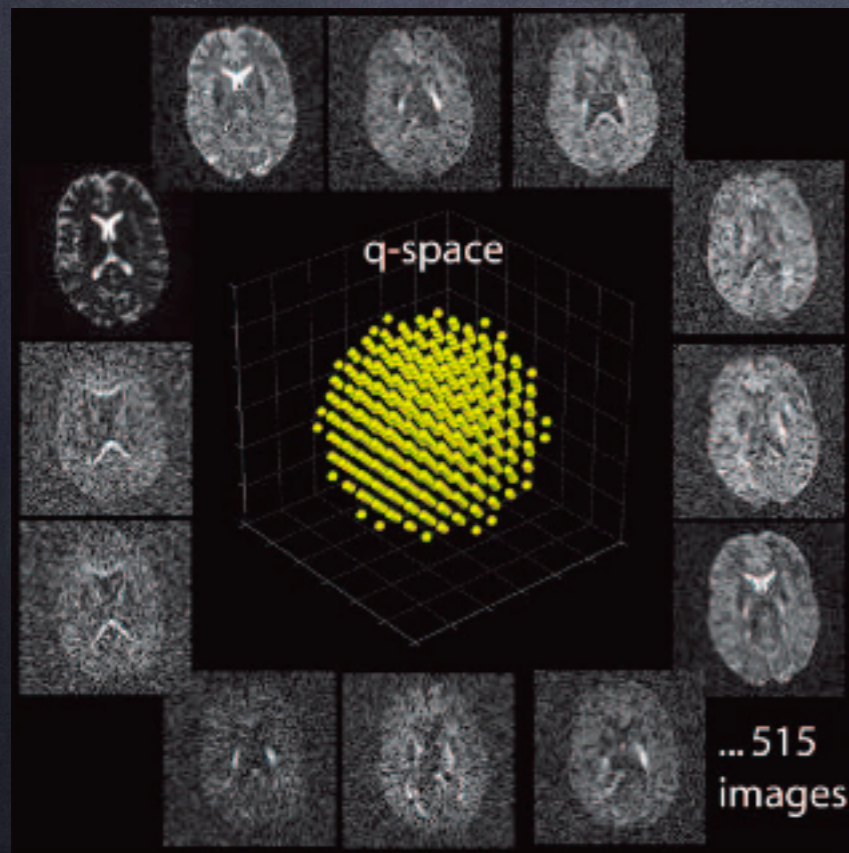
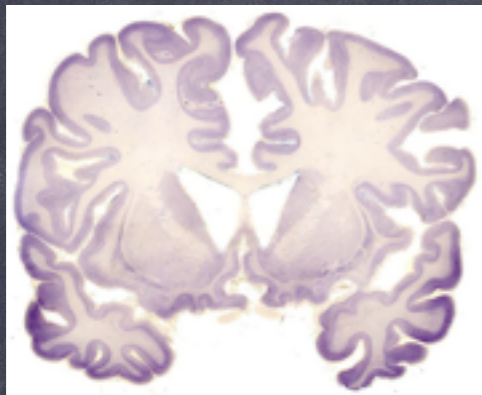
Clusters  
Single subject



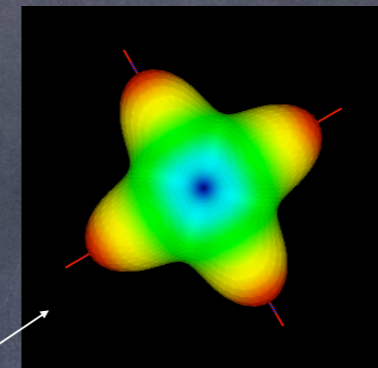
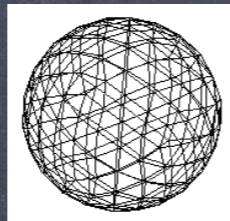
IRMf et EEG



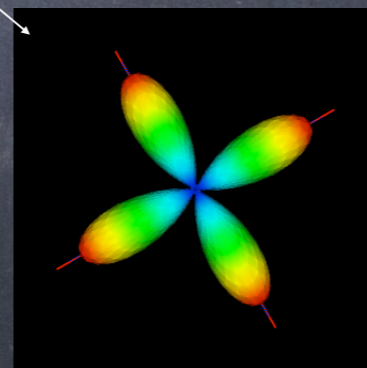
# Imagerie et traitements avancés



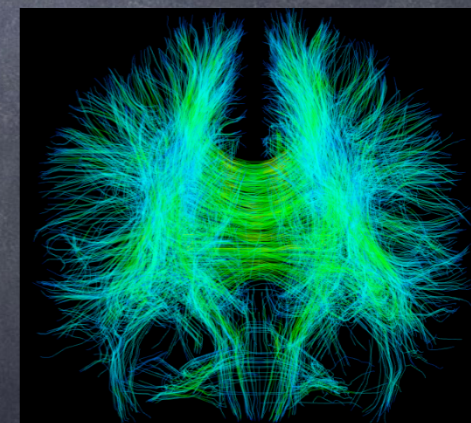
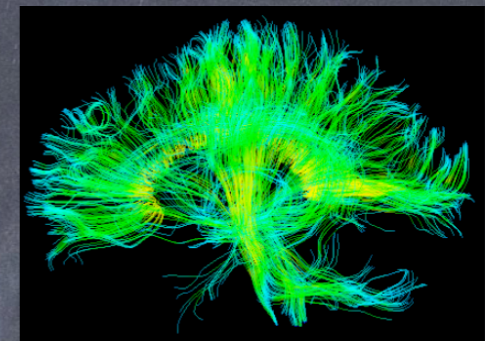
Imagerie plus rapide



Reconstruction locale



Tractographie

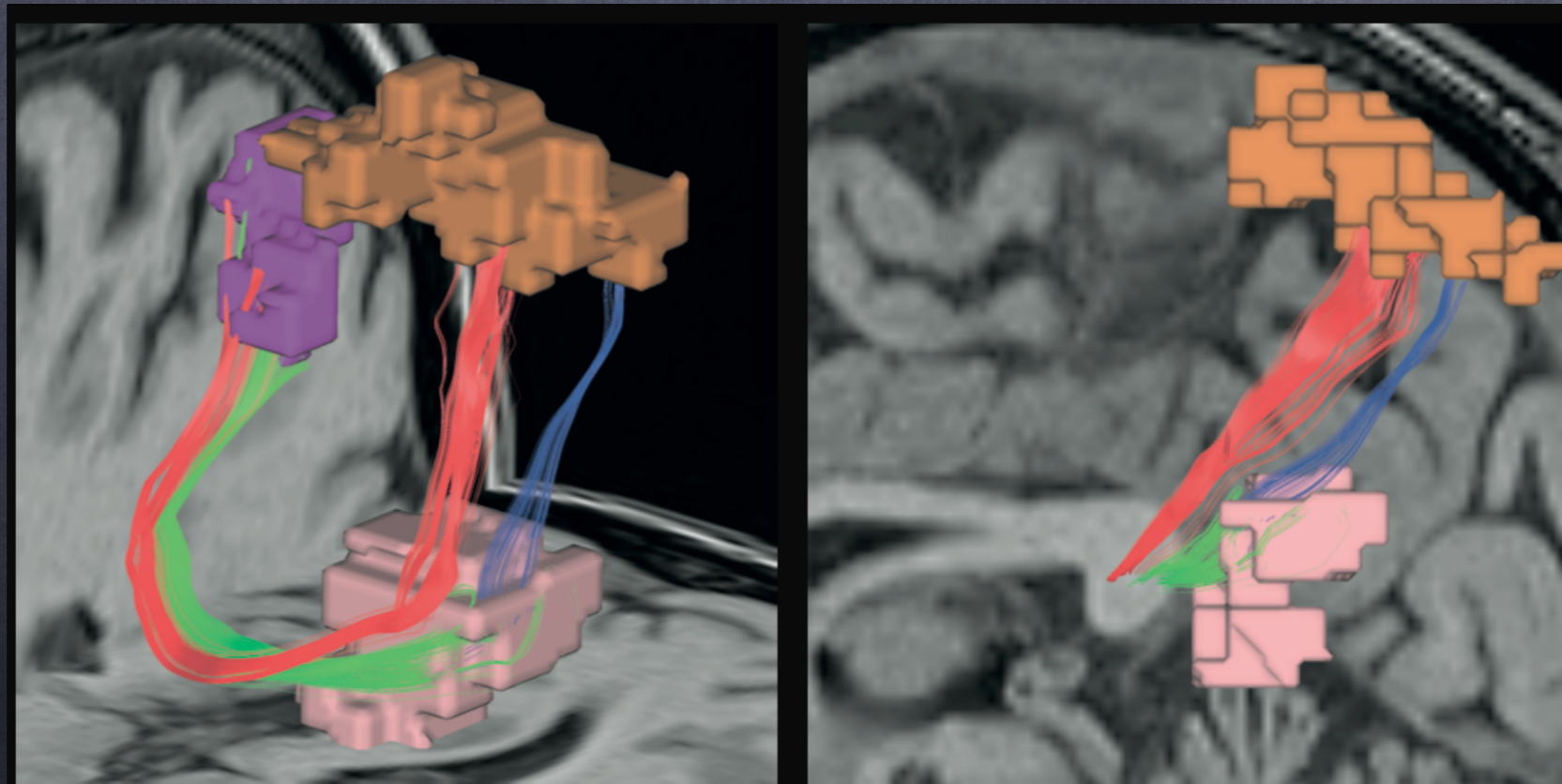


IRM de diffusion



# Traitements avancés

- Applications de fusion d'images médicales
  - Images anatomiques (T1, FLAIR)
  - Images de diffusion (tenseur, FA, tractes)
  - Images fonctionnelles (IRMf, EEG)

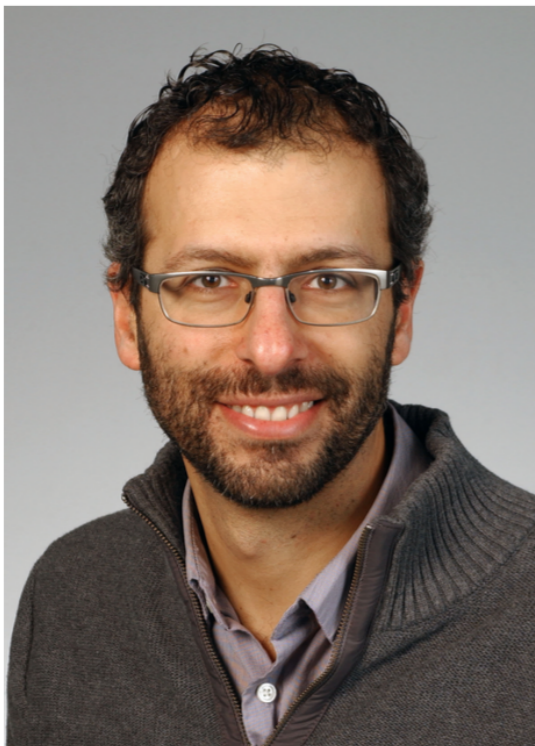




# Neurologie

• Dr Christian Bocti

## **Rôle de l'imagerie cérébrale dans l'évaluation des troubles cognitifs**



**Christian Bocti, MD, FRCPC**  
**Clinique de Mémoire, CSSS-IUGS**  
**Service de Neurologie, CHUS**  
**Professeur Adjoint, Université de Sherbrooke**



# Neurologie



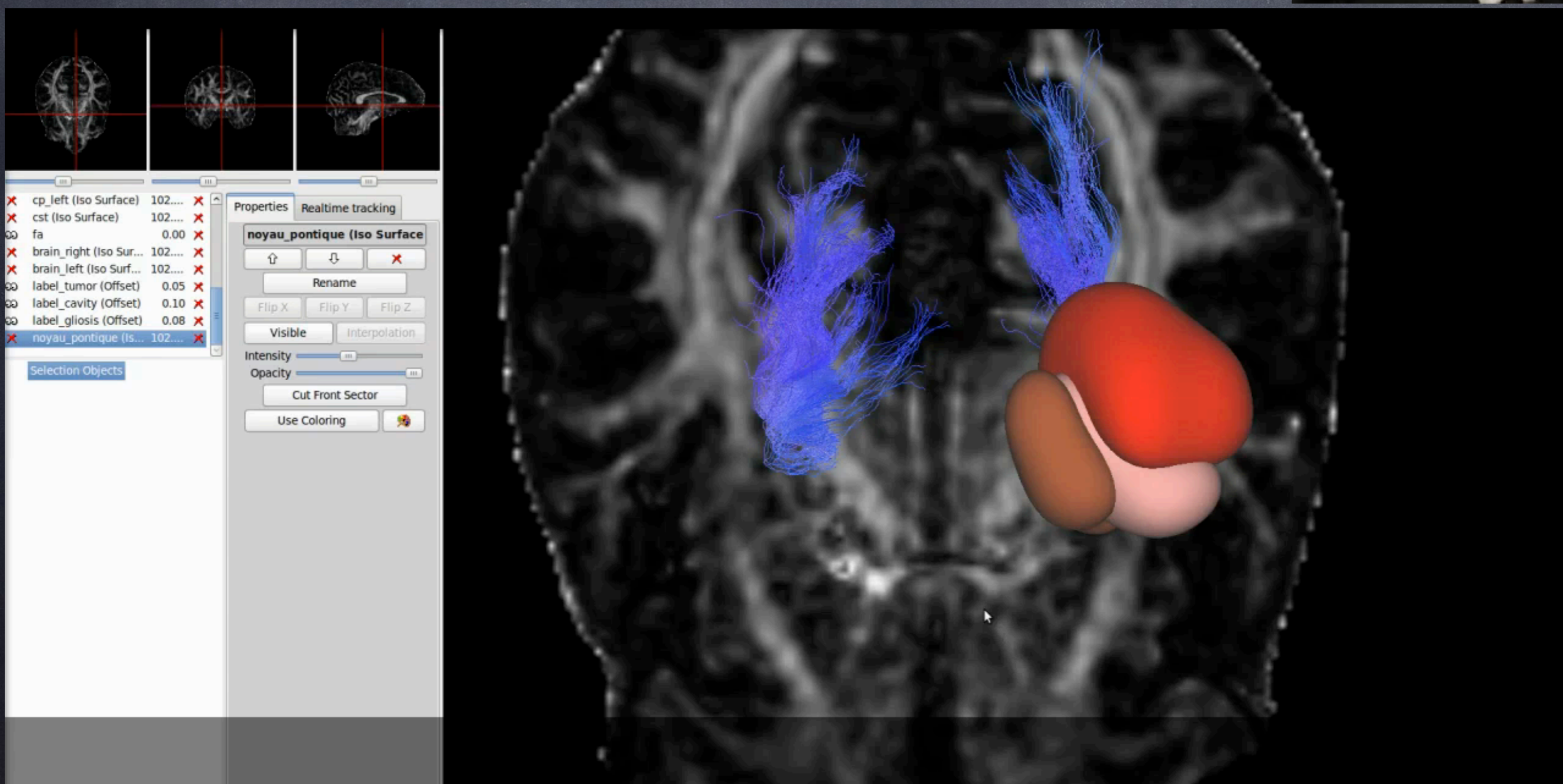
- Dre Ann-Marie Beaudoin
- Rôle de l'imagerie médicale à l'urgence et plus
  - Commotion cérébrale
  - AVC
  - Sclérose en plaques



# Neurochirurgien



👁️ Dr David Fortin





# Neurochirurgie



- Dr Sami Obaid
- Rôle de l'imagerie médicale en épilepsie



# Comment allons-nous faire ça?

- TPO : setup information (logiciels)
  - Mise à niveau python (numpy, scipy)
- 3 TPs
  - i) Qualité, bruit et analyse d'images
  - ii) Recalage
  - iii) Fusion IRM<sub>d</sub>/IRM<sub>f</sub> + visu avancée



# IMN530

- Si vous faites vos TPs et les comprenez, vous aurez une bonne note
- Préalables ou équivalents:
  - Analyse d'images  
(IMN259, IMN359 ou équivalents)
  - Programmation Matlab ou Python ou C++
  - Math: Calcul différentiel et algèbre linéaire



# IMN530

- 3 TPs (65%)
  - À faire en équipe
  - À faire en Python
  - Rapport de TP
- Mini-test (5%)
- 1 final (30%)



# Livres de références

- Aucune référence obligatoire
- Un bon livre conseillé:

Klaus D Toennies, *Guide to medical image analysis : methods and algorithms*, Springer, 2012. ISBN-10: 1447127501 | ISBN-13: 978-1447127505

