

# IMN530 - Reconstruction et analyse d'image médicale

## TP 3 - Fusion IRM de diffusion et fonctionnelle. Multi-modalité, reconstruction avancée, visualisation

1. [40 pts] **IRM fonctionnelle.** À partir des données brutes *fmri.nii*, reconstruisez les zones d'activations les plus importantes. Ce fichier correspond à une tâche visuo-spatiale appelée *Roland* acquise pendant 85 points dans le temps. Le fichier *ideal.txt* contient un vecteur 85x1 représentant le "*ideal time course*" pour cette tâche convolué avec la "*hemodynamic response function*".
  - a. Décrivez et illustrez brièvement toutes les étapes de reconstruction utilisées.  
(*pas besoin de faire de corrections de mouvements*)

Faites les étapes nécessaires (ex : preprocessing) avant de pouvoir utiliser les données à l'étape b. Décrivez et illustrez toutes les étapes de reconstruction utilisées, les choix faits, les paramètres choisis, etc. Suggestion : utilisez AFNI-(mais non obligatoire) ou FSL contient aussi une banque d'outil pour de l'analyse d'IRMf. Vous n'avez pas besoin de coder vous-même le code ici. Regardez-bien les étapes et les diapos du cours. (Pas besoin de faire de corrections de mouvements, c'est déjà fait.)

- b. Segmentez les régions d'activations les plus importantes, justifiez vos choix et donnez-leurs une étiquette. Décrivez votre choix de technique de segmentation. Ça peut être très simpliste et même fait manuellement dans *MI-Brain*.
    - c. Faites deux figures résumant vos zones d'activation, une en 2D et l'autre en 3D. En 2D, une projection peut être utile. En 3D, utilisez *MI-Brain*.

2. [40 pts] **IRM de diffusion.** À partir des données brutes *dmri.nii*, reconstruisez les tenseurs de diffusion et faites la tractographie de la matière blanche.

(Pas besoin de faire de corrections de mouvements mais ça peut aider.)

Un débruitage peut certainement aider.)

a. Codez (vous-même!) une estimation de tenseurs par méthode des moindres carrés. Sauvegardez vos tenseurs comme une image 4D, X,Y,Z,6, où la 4e dimension représente les 6 coefficients du tenseur dans l'ordre [dxx, dxy, dxz, dyy, dyz, dzz].

\*\* ATTENTION. Selon l'outil de visualisation choisi, ou selon la façon que vous souhaitez utiliser votre fichier avec d'autres programmes, il faut ajuster le format d'enregistrement. Chaque programme a son propre standard sur la façon de représenter les tenseurs. Voici les formats typiquement reconnus :

- **Mrtrix/mrview** : un fichier 4D (x, y, z, 6) où la 4<sup>e</sup> dimension contient les 6 coefficients du tenseur sous la forme : [D11, D22, D33, D12, D13, D23], ou autrement dit, [Dxx, Dyy, Dzz, Dxy, Dxz, Dyz].
- **FSL/fsleyes** : un fichier 4D (x, y, z, 6), où la 4e dimension contient les 6 coefficients du tenseur dans l'ordre [Dxx, Dxy, Dxz, Dyy, Dyz, Dzz].
- **Nifti** : Si vous pensez utiliser votre tenseur dans **ANTS**, il doit être au format « nifti » : un fichier 5D (x, y, z, 1, 6) avec les coefficients dans l'ordre [Dxx, Dxy, Dyy, Dxz, Dyz, Dzz].
- **Dipy**: Suivez les instructions du tutoriel pour la visualisation. Le format doit être le même que le Nifti standard, mais en 4D.

b. Calculez vos directions principales (peaks), le vecteur propre principal du tenseur par une décomposition en valeur-vecteur propre. Visualisez dans *MI-Brain*.

(vous pouvez aussi utiliser *Dipy*, [www.dipy.org](http://www.dipy.org), pour la visualisation mais **pas** pour l'estimation des tenseurs!)

(sauvegardez vos directions principales et FA en float32)

c. Estimez les cartes de FA et d'ADC. Illustrez-les. Quelles sont les unités de la FA et de l'ADC?

Bonus: Calculez la carte RGB et visualisez-la dans *MI-Brain*.

d. Codez une tractographie déterministe. Reconstruisez le réseau de matière blanche à partir de ~10,000-100,000 seeds aléatoirement placées dans la matière blanche. **N'utilisez pas le tracking de Dipy.** Vous devez faire le vôtre. Par contre, vous pouvez vous en inspirer et utiliser la même structure de fibres. Comme ça, vous pourrez utiliser l'API de Nibabel pour faire le save. Illustrez le résultat dans *MI-Brain*.

3. [20 pts] **Fusion.** Fusionnez les images fonctionnelles, de diffusion et anatomique (*t1.nii*) ensemble.

a. Justifiez l'outil et l'espace dans lequel vous recalez.

3 options: i) espace de l'IRMf, ii) espace de l'IRMd, iii) espace anatomique, iv) MNI space.

b. Quelles zones fonctionnelles sont-elles connectées par au moins une fibre de tractographie? Décrivez votre approche.

Exemples de fusion IRMd/IRMf/T1

