

## Stage de master - Méthodes multi-atlas pour l'analyse de formes anatomiques basées déformation

Encadrants : Claire Cury, Empenn team, Inria. [claire.cury@inria.fr](mailto:claire.cury@inria.fr), Joan A. Glaunès, MAP5, Université de Paris. [alexis.glaunes@parisdescartes.fr](mailto:alexis.glaunes@parisdescartes.fr)

Lieu du stage : Unité/Projet Empenn, IRISA-Inria, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France <https://team.inria.fr/empenn>

Durée : 5 à 6 mois, démarrage vers mars 2021

Mots-clés : Analyse de formes, variété riemannienne, modèles difféomorphiques,

### Contexte :

L'anatomie numérique [1] vise à proposer des modèles et des méthodes permettant d'analyser de façon quantitative les structures anatomiques à partir d'IRM (imagerie par résonance magnétique). Ce domaine connaît un essor important et a un fort impact sur la recherche en neurologie en permettant des études systématiques des changements associés à différentes pathologies sur de grandes populations de sujets. L'analyse morphométrique de certaines structures clés permet de mieux comprendre les différents processus pathologiques associés à ces maladies et de mieux les diagnostiquer [2]. L'approche standard en anatomie numérique, est dans un premier temps de plonger les formes anatomiques dans un espace courbe et lisse (variété riemannienne) puis d'analyser la population de ces formes dans l'espace tangent à une forme de référence. Cependant, cette approche classique part de l'hypothèse que la population a une distribution unimodale sur la variété, ce qui n'est pas forcément le cas lorsque plusieurs pathologies ou différentes réponses à un traitement sont analysées.

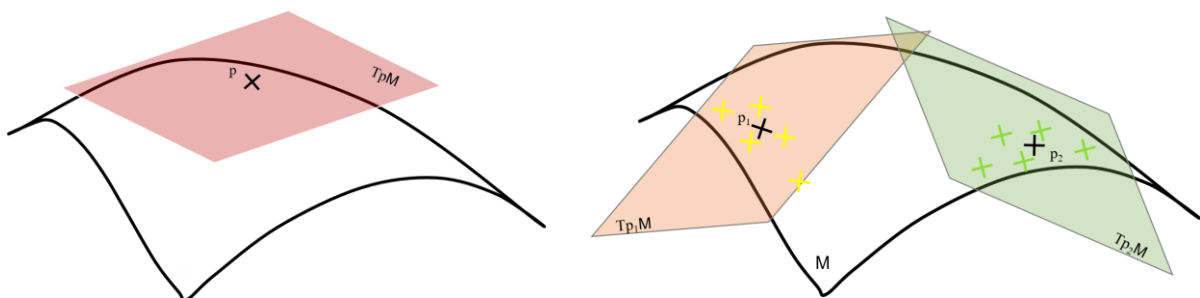


Figure 1 : Estimation d'une forme de référence (à gauche) ou de plusieurs (à droite) pour analyse sur une variété riemannienne  $M$

### Objectifs du stage :

Ce stage visera à développer et tester de nouvelles méthodes de recalage et d'estimation de déformation entre surfaces, basées sur des représentations non paramétriques [3]. Ce type de méthodes est déjà utilisé pour le recalage depuis plusieurs années ; et il s'agira ici de développer et mettre en œuvre certaines extensions du modèle, afin de pouvoir estimer plusieurs formes de références (dits atlas) par population de formes. Une part importante du stage sera dédiée à l'étude mathématique et algorithmique de la méthode.

Ensuite, la méthode pourra être appliquée à l'analyse de forme du thalamus (un des structures principales situées au centre du cerveau), dans le cadre de traitements pharmacologique de la dépression [4].

### Pré-requis :

Très bonne connaissance des mathématiques appliquées et en programmation (Python ou Matlab), connaissances ou fort intérêt pour la géométrie riemannienne et pour la neuroimagerie. Connaissances en traitement d'images.

### Localisation :

Le stage se déroulera au sein de l'unité Empenn U1228 (<https://team.inria.fr/empenn>, Inria/IRISA, UMR CNRS 6074). L'encadrement sera assuré conjointement par Dr Joan Alexis Glaunès, maître de conférences en mathématiques au MAP5, Université de Paris, et par Dr Claire Cury chercheuse Inria. L'application des méthodes proposées se fera en collaboration avec Dr Jean-Marie Batail, psychiatre, qui travaille sur les données de neuro-imagerie dans le cadre de la résistance aux traitements anti-dépresseurs.

### Références :

- [1] Xavier Pennec, Stephan Sommer, Tom Fletcher. Riemannian Geometric Statistics in Medical Image Analysis. Elsevier, 2020. ([hal-02341896](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02341896))
- [2] Claire Cury, Stanley Durrleman, David Cash, Marco Lorenzi et al. Spatiotemporal analysis for detection of pre-symptomatic shape changes in neurodegenerative diseases: Initial application to the GENFI cohort, NeuroImage, Elsevier, 2019, 188, pp.282-290.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.11.063>
- [3] Nicolas Charon, Benjamin Charlier, Joan Glaunès, Pietro Gori, Pierre Roussillon. Fidelity metrics between curves and surfaces: currents, varifolds, and normal cycles. Riemannian Geometric Statistics in Medical Image Analysis, Elsevier, pp.441-477, 2020, ([10.1016/B978-0-12-814725-2.00021-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814725-2.00021-2)).
- [4] Jean-Marie Batail, Julie Coloigner, Marine Soulas, Gabriel Robert, Christian Barillot, et al.. Structural abnormalities associated with poor outcome of a major depressive episode: the role of thalamus. Psychiatry Research: Neuroimaging, Elsevier, 2020, 305, pp.1-10.