

Lab

La recherche à l'IMT Atlantique concerne près de 800 personnes, dont 290 enseignants et chercheurs et 300 doctorants, et porte sur les technologies numériques, l'énergie et l'environnement. Il couvre toutes les disciplines (des sciences physiques aux sciences humaines et sociales en passant par celles de l'information et du savoir) et couvre tous les domaines des sciences et des technologies de l'information et de la communication.

La thèse se déroulera au laboratoire LaTIM (INSERM U1101), sur le campus de Brest, sous la direction de François Rousseau et Julien Lefèvre.

Date de début : Octobre 2021

Financement : IMT Atlantique

Description

Description du sujet :

La croissance du cerveau humain s'accompagne du plissement du cortex cérébral, qui s'effectue selon un mode hiérarchique au cours des semaines de gestation 16 à 40, les plis primaires étant les plus précoces et les plus conservés, puis les plis secondaires s'élaborant sur ces plis, etc. Des études récentes ont révélé que non seulement les processus moléculaires et cellulaires mais aussi les forces mécaniques jouent un rôle important dans la formation des circonvolutions corticales.

Il a été montré que les modèles mécaniques basés sur l'hypothèse d'une croissance tangentielle différentielle du cortex pouvaient produire des modèles de plissement réalistes lorsqu'ils sont appliqués aux données IRM du cerveau fœtal humain. Les simulations numériques 3D de la croissance du cerveau démontrent que l'expansion tangentielle relative du cortex cérébral, limitée par la matière blanche, génère une contrainte de compression, ce qui entraîne la création de sillons similaires à ceux du cerveau fœtal en développement.

Ces modèles de plissement cortical sont influencés par divers paramètres physiques, comme par exemple l'épaisseur corticale initiale, la géométrie initiale et le taux de croissance relative. Outre ces observations récentes, de nombreuses questions restent ouvertes concernant la morphogenèse des modèles de plissement, notamment les liens entre les paramètres physiques des modèles de simulation et les plis observés dans les données IRM in vivo. Une compréhension approfondie de ces paramètres peut contribuer de manière significative à la compréhension des pathologies associées aux changements caractéristiques du plissement cortical. Par exemple, les malformations de polymicrogyrie, de pachygyrie et de lissencéphalie peuvent être accompagnées d'autisme, de schizophrénie ou d'épilepsie.

Ce travail de thèse vise à apporter une contribution sur la compréhension du développement cérébral et plus particulièrement du plissement cortical : 1) en explorant une modélisation physique fine du processus mécanique avec l'apport d'informations anatomiques issues de données IRM fœtales, 2) en développant de nouvelles mesures de quantification du plissement cortical (profondeur, orientation, courbure) adapté à cette étape du développement cérébral, 3) en

apprenant la dynamique du plissement à l'aide de méthodes d'apprentissage profond à l'aide des données IRM.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre d'étude du laboratoire sur le handicap chez l'enfant afin de développer des méthodes d'analyse de données facilitant le diagnostic médical et quantifiant l'évolution du suivi thérapeutique permettant un choix optimal de celui-ci.

Profil

Les compétences requises pour mener à bien ce travail concernent l'apprentissage machine, le traitement d'images, les mathématiques appliquées, et les modèles biomécaniques. Des connaissances en informatique et en programmation (Python) seront également requises afin de développer les algorithmes associés.

- Rémunération net/mois : ~1500€

Contact

François Rousseau

email : francois.rousseau@imt-atlantique.fr

Julien Lefèvre

email : julien.lefevre@univ-amu.fr

Candidature

Les candidats sont invités à envoyer par courriel une lettre de motivation et un curriculum vitae décrivant en détail leur formation universitaire, y compris tous les modules suivis et les notes attribuées.

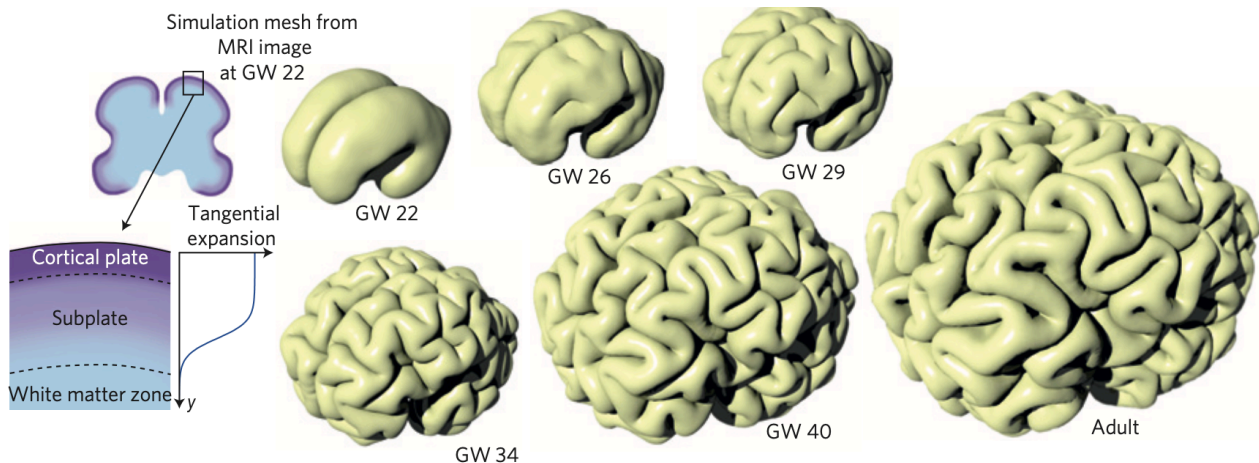


Figure 1 : exemple de simulation numérique de croissance cérébrale à partir de données IRM fœtales.

Bibliographie

1- T Tallinen, JY Chung, F Rousseau, N Girard, J Lefèvre, L Mahadevan. On the growth and form of cortical convolutions. *Nature Physics* 12 (6), 588-593, 2016.

2- X Wang, J Lefèvre, A Bohi, M Al Harrach, M Dinomais, F Rousseau. The influence of biophysical parameters in a biomechanical model of cortical folding patterns. *Scientific Reports* 11:7686, 2021.