

## 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 Sylvain Brochard, encadrée par Mathieu Lempereur.

Date de début : Octobre 2021

Financement : IMT Atlantique - ANR Chaire IA

## Description

Les troubles musculo-squelettiques ont un impact important sur la qualité de vie ainsi que sur les coûts de santé. Un diagnostic clinique précis et un traitement spécifique au patient sont les domaines clés qui jouent un grand rôle dans la prise en charge des troubles musculo-squelettiques. Dans le contexte de la paralysie cérébrale, il est nécessaire d'évaluer en permanence l'état clinique de l'enfant, les objectifs du traitement et la planification des futurs traitements. L'outil d'évaluation le plus courant est l'examen clinique de l'enfant, qui évalue la mobilité articulaire, le tonus, la spasticité, la force musculaire et le degré de contrôle sélectif des muscles. L'analyse clinique de la marche permet d'étudier cette nature dynamique de la paralysie cérébrale et est généralement acceptée pour soutenir la décision de traitement clinique des patients. L'analyse de la marche clinique est un outil bien établi pour l'évaluation quantitative des troubles de la marche, permettant un diagnostic fonctionnel, une évaluation pour la planification du traitement et le suivi de l'évolution de la maladie. L'objectif le plus important de l'analyse de la marche en 3D chez les enfants atteints de paralysie cérébrale est d'évaluer la gravité, l'étendue et la nature des déficits fonctionnels afin de soutenir la prise de décision thérapeutique.

Ce travail de thèse s'intéressera au développement de méthodes axées sur les données pour combiner les données dynamiques de l'IRM [1] avec les données des capteurs externes pour un modèle anatomique pertinent spécifique au patient pendant la marche. L'objectif ici est d'utiliser des données in-vivo spécifiques au patient et d'éviter ainsi l'utilisation de modèles statistiques, afin d'obtenir des représentations réalistes des comportements de marche des patients atteints de paralysie. La première étape consistera à apprendre un ensemble de mouvements réalistes à partir des données IRM dynamiques in-vivo. Sur la base du cadre log-Euclidien utilisé dans notre étude précédente [2] et de l'ensemble des structures segmentées d'intérêt, nous prévoyons de générer un ensemble de données spécifiques au patient pour apprendre le lien entre une image IRM et la forme de la surface externe du corps. Il s'agira d'étendre nos travaux précédents sur les réseaux génératifs pour la super-résolution afin de relier les images IRM et le nuage de points de la surface du corps. Ensuite, la deuxième étape se concentrera sur l'enregistrement de la surface corporelle estimée à partir des capteurs de mouvement externes pendant la marche avec les données IRM anatomiques (et plus particulièrement une segmentation de la surface corporelle externe). À cette fin, nous nous appuyerons sur l'étape d'apprentissage précédente pour générer des images IRM spécifiques au patient à partir d'un ensemble de points fournis par les capteurs

externes. Nous étudierons également l'utilisation de la régularisation temporelle dans une formulation de minimisation de l'énergie pour estimer des séquences temporelles lisses de données anatomiques IRM à partir d'une séquence de nuages de points. L'approche proposée conduira à l'estimation de données IRM dynamiques temporelles haute résolution d'un enfant qui marche, montrant les articulations en mouvement et les caractéristiques biomécaniques en temps réel.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre d'étude du laboratoire sur l'analyse de la marche 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. Elle sera réalisée en collaboration rapprochée avec le service de radiologie et les cliniciens du service de rééducation fonctionnelle du CHU de Brest, par le biais notamment de la co-direction avec Sylvain Brochard (PUPH) et l'encadrement de Mathieu Lempereur (IR).

### Profil

- Maîtrise en traitement d'images et/ou mathématiques appliquées
- Compétences requises : apprentissage, traitement d'image, programmation (Python).
- Rémunération net/mois : ~1500€

### Contact

François Rousseau  
email : [francois.rousseau@imt-atlantique.fr](mailto:francois.rousseau@imt-atlantique.fr)

Mathieu Lempereur  
email : [mathieu.lempereur@chu-brest.fr](mailto:mathieu.lempereur@chu-brest.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.

### Bibliographie

1. B. Borotikar, M. Lempereur, M. Lelievre, V. Burdin, D. Ben Salem, S. Brochard. Dynamic MRI to quantify musculoskeletal motion: A systematic review of concurrent validity and reliability, and perspectives for evaluation of musculoskeletal disorders. *Plos One* 12(12), 2017.
2. K. Makki, B. Borotikar, M. Garetier, S. Brochard, D. Ben Salem, F. Rousseau. In vivo ankle joint kinematics from dynamic magnetic resonance imaging using a registration-based framework. *Journal of Biomechanics*, 86, 193-203, 2019.

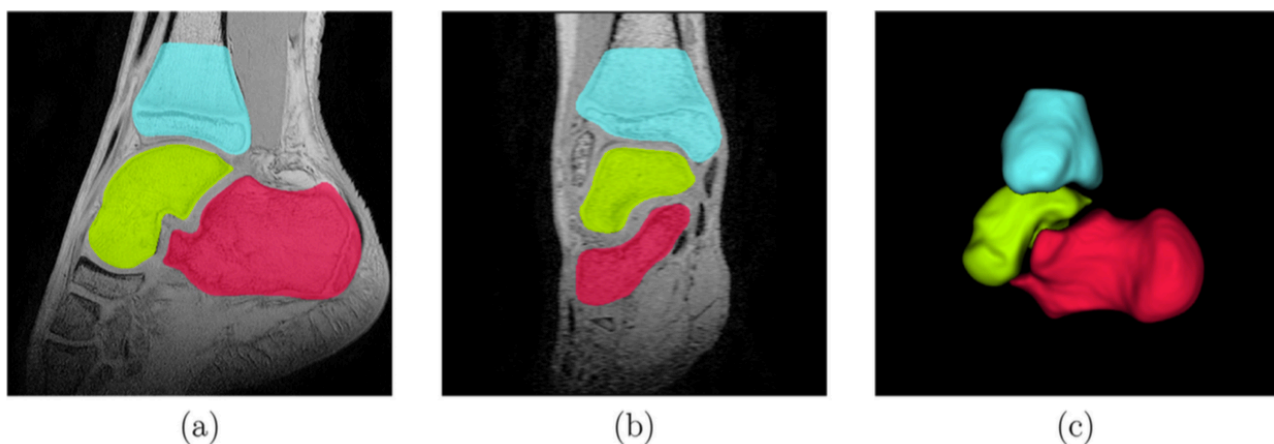


Fig. Os d'intérêt : calcanéum (rouge), talus (vert) et tibia (cyan). (a) : Image sagittale provenant de l'acquisition statique à haute résolution ; (b) : Image coronale provenant de l'acquisition statique à haute résolution ; (c) : Rendu tridimensionnel des os segmentés.