

# Proposition de stage/ Internship proposal ISAE-SUPAERO & LAAS-CNRS

---

## Projet EnoKid

Interaction patient-exosquelette dans le cadre de la paralysie cérébrale de l'enfant

Directeurs de stage : G. MICHON (ISAE-SUPAERO) et B. WATIER (LAAS-CNRS)

Contact : [guilhem.michon@isae-sup aero.fr](mailto:guilhem.michon@isae-sup aero.fr) et [bruno.watier@laas.fr](mailto:bruno.watier@laas.fr)

Domaine scientifique : Mécanique du vivant

Mots-clés : exosquelette, biomécanique

---

*Sujet du stage :*

---

### INTRODUCTION

La paralysie cérébrale a une prévalence à la naissance d'un enfant sur 500, soit environ 1500 nouveaux cas par an en France. Généralement, les paralysies cérébrales sont liées à la prématurité qui engendre des dysfonctionnements cérébraux. L'étude que nous proposons ici se concentre en particulier sur la locomotion de ces enfants. La (ré)éducation, dès le plus jeune âge en profitant de la plasticité cérébrale, est une des clés de la réussite de l'apprentissage. L'utilisation d'une assistance robotisée de type exosquelette, a montré qu'elle permettait à l'enfant d'acquérir une démarche proche de celle de la marche saine après les phases d'apprentissage.

L'idée de ce projet, à terme, est donc de développer un prototype d'exosquelette à l'anthropométrie adaptée à l'enfant. Le public visé étant les jeunes enfants atteints de paralysie cérébrale. Toutefois la diversité des pathologies, la disponibilité des patients et des considérations éthiques rendent cette conception complexes et nécessitent une bonne connaissance expérimentale de la locomotion chez le sujet lésé.

### MISSIONS & OBJECTIFS

Dans le cadre de ce stage, les missions suivantes, à la frontière de la biomécanique, de la robotique, du traitement du signal et de l'informatique, seront étudiés.

Étude expérimentale de la locomotion saine et pathologique

Les muscles des enfants cérébraux lésés sont sur-sollicités par des informations cérébrales non adéquates et conduisent à des phénomènes combinés d'hypotonie et hypertonie souvent liés au phénomène de spasticité. Il conviendra donc, sur un petit échantillon d'enfants représentatif, d'étudier la dynamique de la marche

pathologique, à comparer à celle d'une personne saine. Pour cela, nous nous appuyerons sur le plateau technique d'analyse du mouvement situé au CREPS de Toulouse, qui permet un enregistrement synchronisé de la cinématique tridimensionnelle, de l'activité musculaire par électromyographie et des efforts transmis au sol lors de la marche. Ces données expérimentales seront acquises à la fois chez l'enfant sain et le sujet pathologique à des fins de comparaison.

### Analyse de la dynamique de la locomotion

A partir des expérimentations, le stagiaire utilisera les suites logicielles développées au sein des équipes de recherche afin d'extraire les paramètres mécaniques de la locomotion. La cinématique tridimensionnelle sera extraite à partir des coordonnées des marqueurs cutanés. La dynamique et en particulier les couples articulaires seront déterminés à l'aide des procédés de dynamique inverse et de tables anthropométriques adaptés à l'enfant. Enfin, les puissances articulaires de l'enfant sain et pathologique seront déterminées par combinaison classique des données cinématique et dynamique.

Ces données permettront un dimensionnement adapté des actionneurs des exosquelettes pour enfant atteint de paralysie cérébrale et sont un préalable nécessaire et indispensable à la conception.

### CONTEXTE ET COMPETENCES

Le stage sera mené en collaboration avec l'ISAE-SUPAERO et le LAAS-CNRS (équipe Gepetto) et sera basé à Toulouse. Il sera réalisé en collaboration avec un ensemble de partenaires industriels et cliniques impliqués dans le projet et bénéficiera d'un environnement scientifique de premier plan.

GEPETTO est une équipe du LAAS-CNRS spécialisée dans l'étude des mouvements anthropomorphes, et possède une grande expérience sur l'étude du mouvement humain et la génération de mouvements des robots humanoïdes. Basé à Toulouse, le groupe GEPETTO s'occupe des robots HRP-2 et Pyrene qui sont les robots humanoïdes parmi les plus performants au monde.

Le candidat devra avoir des compétences avérées en mécanique du solide et traitement du signal. La maîtrise de la programmation Python et/ou Matlab ainsi que des compétences avérées en biomécanique seront un plus. La pratique de l'anglais est indispensable.

### DATES

Le stage d'une durée de 5 à 6 mois débutera au 1 octobre 2020