

## **Deux stages proposés à IMAG2, Hôpital Necker Enfants Malades, Paris**

*Candidature : envoyer un CV, les notes des deux dernières années et une lettre de motivation pour le sujet de stage choisi (en format pdf uniquement) à [alessandro.delmonte@institutimagine.org](mailto:alessandro.delmonte@institutimagine.org) et [isabelle.bloch@sorbonne-universite.fr](mailto:isabelle.bloch@sorbonne-universite.fr)*

### **Sujet 1 : Identification, localisation et segmentation des structures anatomiques et nerveuses à partir d'imagerie IRM**

Lieu du stage : Hôpital Necker Enfants-Malades, Institut Imagine, Équipe IMAG2  
Encadrement : Alessandro Delmonte ([alessandro.delmonte@institutimagine.org](mailto:alessandro.delmonte@institutimagine.org)), Sabine Sarnacki ([sabine.sarnacki@aphp.fr](mailto:sabine.sarnacki@aphp.fr)), Isabelle Bloch ([isabelle.bloch@sorbonne-universite.fr](mailto:isabelle.bloch@sorbonne-universite.fr))

Durée : 6 mois, du 1/3/2021 au 31/08/2022

Financement : indemnités de stage usuelles

**Contexte** : L'équipe IMAG2 est une équipe multidisciplinaire qui développe des outils d'analyse et d'interprétation d'images, de modélisation 3D, de visualisation 3D interactive, afin d'apporter une aide à la chirurgie pédiatrique. Les progrès dans le traitement des images médicales permettent aujourd'hui de proposer des modèles 3D spécifiques du patient. L'équipe IMAG2 souhaite mettre au point un module pour la visualisation 3D de l'anatomie des femmes adultes avec endométriose. L'endométriose est une pathologie gynécologique chronique fréquente qui touche 10% des femmes, et qui est responsable de façon variable de douleurs pelviennes et d'infertilité avec un impact psychosocial considérable.

**Objectifs et contenu du stage** : Le stage aura deux objectifs : 1) le développement d'un système d'apprentissage supervisé par réseaux de neurones pour la segmentation automatique des organes pelviens, et 2) le développement d'un système pour la reconnaissance des fibres nerveuses à partir d'imagerie IRM de diffusion.

Le premier objectif de ce stage est de mettre en place un système d'apprentissage pour la segmentation automatique des organes d'intérêt chirurgicale pour les cas d'endométriose chez la femme adulte. La méthode utilisera des réseaux de neurones convolutifs entraînés sur une base de données en cours d'acquisition dans le cadre d'un protocole de recherche clinique. Cette méthode sera complétée par le développement d'un système de détection automatique de plusieurs points d'intérêt (trous sacrés, épines ischiatiques...) pour créer un contexte anatomique le plus exhaustif possible.

L'acquisition de séquences de diffusion permet de calculer en chaque point de l'image la distribution des directions de diffusion des molécules d'eau. Cette modalité d'imagerie permet d'obtenir indirectement le trajet des faisceaux nerveux en trois dimensions, à l'aide d'algorithmes de tractographie. Ces méthodes mathématiques donnent souvent lieu à une grande quantité des faux positifs qui rendent complexe l'interprétation des résultats. La deuxième partie du stage a comme objectif l'intégration de la segmentation d'organes dans un système d'intelligence artificielle symbolique qui, en modélisant les connaissances médicales sous forme d'indications spatiales, sera capable de distinguer les fibres des plexus pudendal et hypogastrique.

Ce travail sera effectué en collaboration avec les chirurgiens de l'hôpital Necker, les gynécologues de l'hôpital Cochin et l'équipe IMAG2.

## **Sujet 2 : Chirurgie robotisée guidée par l'image**

Lieu du stage : Hôpital Necker Enfants-Malades, Institut Imagine, Équipe IMAG2  
Encadrement : Alessandro Delmonte (alessandro.delmonte@institutimagine.org), Sabine Sarnacki (sabine.sarnacki@aphp.fr), Isabelle Bloch (isabelle.bloch@sorbonne-universite.fr)

Durée : 6 mois, du 1/3/2021 au 31/08/2022

Financement : indemnités de stage usuelles

**Contexte** : L'équipe IMAG2 est une équipe multidisciplinaire qui développe des outils d'analyse et d'interprétation d'images, de modélisation 3D, de visualisation 3D interactive, afin d'apporter une aide à la chirurgie pédiatrique. A partir d'images IRM ou CT, des méthodes de segmentation et reconnaissance des organes d'intérêt et des pathologies permettent de construire des modèles 3D réalistes du patient. Ces modèles sont ensuite utilisés par les chirurgiens lors de la préparation de l'acte chirurgical, dans leurs interactions avec les patients et leurs parents, et pendant la chirurgie elle-même.

**Objectifs et contenu du stage** : L'objectif final est le développement d'un système pour une vision augmentée du champ opératoire, par superposition des jumeaux numériques préopératoires des patients sur le flux vidéo de l'endoscope. L'équipe IMAG2 dispose d'un ensemble d'outils d'IA pour la modélisation automatique des modèles préopératoires, la segmentation des instruments portés par le robot lors de la chirurgie à partir d'images endoscopiques, et d'un système pour la reconstruction 3D du champ opératoire.

Le but de ce stage est d'établir des correspondances entre les organes numériques construits avant la chirurgie et les mêmes organes identifiés à partir de l'imagerie peropératoire issue des consoles de chirurgie mini-invasive.

La première partie du stage portera principalement sur le développement d'un système d'apprentissage supervisé pour la segmentation des organes d'intérêt à partir des vidéos acquises pendant des opérations de chirurgie robotique (tumeurs pelviennes principalement). Cette segmentation permettra, dans la deuxième partie du stage, de développer un système de recalage organe par organe. Le développement d'une interface pour la manipulation des éléments 3D sera envisagé pour la phase d'initialisation des algorithmes, ainsi qu'un système pour la mise en place de points de repères.

Une réflexion sera également menée sur les interactions possibles avec les chirurgiens pendant ce recalage, afin de répondre au mieux à leurs besoins.