



## OFFRE DE STAGE MASTER 2

### JUMEAUX NUMÉRIQUES DE SÉQUENCES IRM

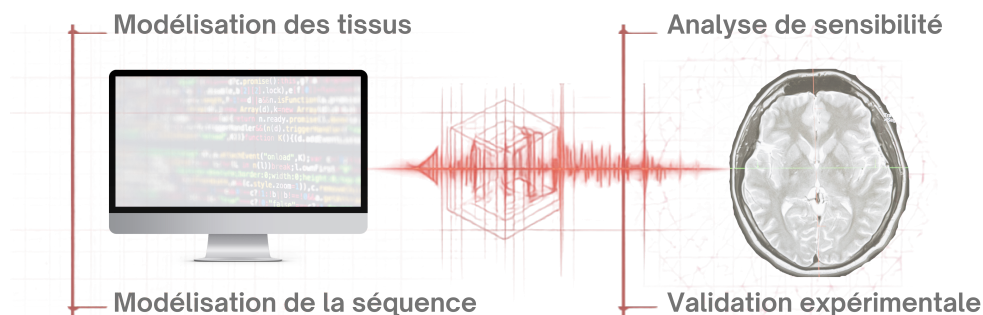
Création d'un pipeline de simulation réaliste avec validation expérimentale

**Année universitaire :** 2026–2027

**Laboratoire :** CREATIS (Campus de la Doua, Villeurbanne)

**Équipe :** MAGICS

**Encadrement :** Éric VAN REETH ([eric.van-reeth@creatis.insa-lyon.fr](mailto:eric.van-reeth@creatis.insa-lyon.fr))



## Contexte du stage

Ce stage de 6 mois se déroulera au sein du laboratoire de recherche CREATIS (campus de la Doua, Villeurbanne), centre de recherche dans le **domaine de l'imagerie médicale**. Plus précisément, il sera effectué au sein de l'équipe MAGICS dédiée aux domaines de l'**imagerie par résonance magnétique** et de l'imagerie optique. L'objectif de cette équipe est à la fois de proposer des méthodes innovantes d'acquisition et d'identifier des biomarqueurs pertinents pour le diagnostic clinique. Ce stage s'effectuera en présentiel et sera encadré par **Éric Van Reeth** (enseignant/chercheur). La gratification mensuelle sera de l'ordre de 600 €.

## Contexte scientifique

Les jumeaux numériques sont des répliques virtuelles de systèmes réels. Dans le contexte de l'acquisition d'images par IRM, cela revient à modéliser :

- les propriétés de l'objet imagé (anatomie, temps de relaxation, densité de proton, ...),
- la séquence d'imagerie utilisée,
- l'évolution de l'aimantation de l'objet imagé au fur et à mesure la séquence utilisée pour simuler l'image correspondante.

Ce stage s'appuiera sur des outils de développements de séquence et de simulation qui ont récemment émergés dans la communauté. Le développement de séquence se fera avec **Pulseq**, outil open-source qui permet le codage intégral de séquences IRM en Python ([pulseseq.github.io](https://github.com/pulseseq/pulseseq)).

**Le programme du stage consistera à :**

- programmer plusieurs séquences IRM avec Pulseq (PyPulseq), de complexité variée,
- de générer plusieurs échantillons numériques avec des propriétés réalistes, de sorte à ce qu'ils puissent être reproduits en pratique,
- d'associer les séquences développées avec l'un des outils de simulation (komaMRI ou MR-zero), afin de générer des images simulées réalistes à partir des échantillons numériques générés [2, 1],
- de comparer les simulations obtenues avec des images acquises sur IRM en utilisant des échantillons réels dont les propriétés auront été caractérisées à l'avance

Ces développements s'inscriront dans le développement de projets existants, et seront étendus pour :

- générer des bases de données permettant d'apprendre l'intensité générée par une séquence donnée avec un réseau de neurones profonds dédié
- réaliser des analyses de sensibilité sur les paramètres de la séquence
- optimiser les paramètres de la séquence simulée

Ces travaux seront menés en **collaboration avec la plateforme d'imagerie PILoT (Figure 1)** hébergée au laboratoire, et contenant notamment 2 IRM pré-cliniques à haut-champ (7T et 11.7T). **Les développements méthodologiques réalisés pendant ce stage seront appliqués sur ces images.**



FIGURE 1 – IRM pré-clinique 11.7T de la plateforme PILOT qui pourront permettre de comparer les simulations à de vraies acquisitions.

## Profil du candidat

Le.a candidat.e est en **dernière année d'école d'ingénieur, ou en Master 2**, et a suivi durant sa formation des cours sur **la physique de l'IRM**. Une **bonne maîtrise du Python** est obligatoire pour le développement de l'environnement de simulation, la prise en main des outils existants, et l'entraînement de réseaux de neurones profonds. La personne recrutée est à la fois intéressée par les aspects numériques (simulation, analyse de sensibilité, apprentissage), que la validation expérimentale. Dotée d'un fort esprit d'équipe, elle est motivée pour que les résultats issus de son stage soient directement exploitables par l'équipe de recherche. Enfin, un **bon niveau d'anglais** est également attendu.

## Contact

Pour candidater, un CV et une lettre de motivation sont à envoyer à :

— Eric VAN REETH (CREATIS) : [eric.van-reeth@creatis.insa-lyon.fr](mailto:eric.van-reeth@creatis.insa-lyon.fr)

## Références

- [1] Carlos CASTILLO-PASSI et al. « KomaMRI.jl : An open-source framework for general MRI simulations with GPU acceleration ». In : *Magnetic Resonance in Medicine* 90.1 (6 mars 2023), p. 329-342. ISSN : 1522-2594.
- [2] A. LOKTYUSHIN et al. « MRzero - Automated discovery of MRI sequences using supervised learning ». In : *Magnetic Resonance in Medicine* 86.2 (mars 2021), p. 709-724. ISSN : 1522-2594.