

## **Proposition de stage**

1 – Titre du stage proposé :

**Développement d'outils de simulation et de quantification pour l'IRM CEST préclinique**

2 – Nom et adresse e-mail du responsable du stage :

**Paul NOBRE Paul.nobre@creatis.insa-lyon.fr**

3 – Coordonnées précises du lieu de stage :

**Laboratoire CREATIS  
Bâtiment Léonard de Vinci  
21 Avenue Jean Capelle  
69621 Villeurbanne Cedex**

4 – Dates / Durée du stage :

**Démarrage Février 2025 pour une durée entre 4 et 6 mois**

5 – Résumé du contexte, des objectifs et des méthodes :

### **Contexte :**

L'imagerie par résonance magnétique permet d'imager les protons présents dans les tissus de manière non-invasive. Cette technique largement répandue dans la routine clinique se concentre généralement sur les protons de l'eau, dans le but d'imager les tissus mous.

Le « chemical exchange saturation transfert » (CEST) permet d'imager les protons présents dans certains métabolites en faible concentration, en caractérisant, au moment de l'acquisition, l'échange chimique entre ces protons et ceux de l'eau libre qui sont en plus forte concentration<sup>1,2</sup>. Tout comme la spectroscopie de résonance magnétique, cette technique tire profit des champs magnétiques intenses, qui augmentent la dispersion spectrale et améliorent la sensibilité. Elle suscite actuellement un intérêt croissant. Selon le métabolite ciblé (glucose, glutamate, ou encore les protons amides présents dans les protéines et les peptides) des images métaboliques peuvent être acquises. Ce type d'imagerie a de nombreuses applications en oncologie<sup>3</sup> ou en neurologie pour l'étude de maladies neurodégénératives comme la sclérose en plaque ou la maladie d'Alzheimer<sup>4</sup>. Les images CEST sont porteuses d'informations précieuses sur la biochimie des tissus, mais les processus mis en œuvre sont complexes et il y a encore un travail important à mener sur la spécificité et la sensibilité de cette technique.

L'équipe MAGICS du laboratoire CREATIS, forte de son expérience en acquisition et en traitement de signal pour la résonance magnétique, souhaite ajouter aux méthodes de caractérisation l'IRM CEST. La plateforme PILot du laboratoire, offre de nombreuses possibilités expérimentales grâce à ses deux IRM précliniques à haut champ magnétique (7 T et 11.7 T) avec des perspectives d'application sur l'homme avec l'arrivée prochaine du système 7T clinique sur Lyon. La/le candidat.e disposera d'un environnement de travail riche en expertises et en moyens techniques.

### **Sujet du stage et méthodes envisagées :**

La mise en évidence de l'effet CEST repose sur le principe de saturation : une saturation sélective ciblant un groupe de protons en échange avec l'eau entraîne une diminution du signal de l'eau. L'intensité de l'effet CEST dépend principalement de la concentration du groupe de protons en échange avec l'eau, ainsi que son taux d'échange mais également des paramètres de séquences (amplitude, durée, fréquence d'application des impulsions). De plus, d'autres paramètres comme l'homogénéité des champs magnétiques, les temps de relaxation, le pH ou la température ont une influence sur l'effet CEST.

Année 2024-2025

Ainsi le développement de l'imagerie CEST nécessite la modélisation de l'ensemble de ces effets, autant pour proposer de nouveaux schémas d'acquisition que pour analyser le signal acquis.

L'objectif du stage est de développer des outils de simulation et de post-traitement pour exploiter l'effet CEST à la lumière des paramètres de séquences utilisés et en s'interrogeant sur la spécificité de la mesure.

Le stage se déroulera en 3 grandes étapes :

- Prise en mains d'outils de simulations pour se familiariser avec l'effet CEST et les mécanismes de saturation
- Validation de la séquence de base sur des fantômes de métabolites cibles (protons amides, ou glutamate)
- Comparaison de l'influence de facteurs extérieurs sur la métrique de quantification par l'acquisition de cartographie B0, T2 et mesure de température.

**Prérequis :** Python, éventuellement Matlab, bonne connaissance des mathématiques appliquées : traitement du signal, idéalement connaissances des séquences et acquisitions IRM.

**Références :**

[1] Elena Vinogradov et al. CEST: From basic principles to applications, challenges and opportunities, Journal of Magnetic Resonance, Volume 229,2013,Pages 155-172, <https://doi.org/10.1016/j.jmr.2012.11.024>.

[2] Kim J et al. A review of optimization and quantification techniques for chemical exchange saturation transfer MRI toward sensitive in vivo imaging. Contrast Media Mol Imaging. 2015 May-Jun;10(3):163-178. doi: 10.1002/cmml.1628. Epub 2015 Jan 12. PMID: 25641791

[3] J. Zhou B. et al. Amide proton transfer (APT) contrast for imaging of brain tumors, Magn. Reson. Med. 50 (2003) 1120–1126.

[4] Dula, A. et al. (2016). « CEST of the Cervical Spinal Cord at 7 Tesla ». NMR in biomedicine, 29(9), p. 1249-1257.

DOI : 10.1002/nbm.3581 (cf. p. 34, 78).

6 – Ce sujet pourra-t-il éventuellement se prolonger par un sujet de thèse

OUI

NON

7 – Rémunération (estimation mensuelle) :

**660 euros**

8 – Observations :

**Compétences recherchées :**

- **Traitement de signal/ Informatique (Python)**
- **Intérêt pour l'imagerie médicale**

**Envoyer CV et relevé de notes de master**