

# Offre de stage M2 (5/6 mois)

## Amélioration de résolution d'images IRM par compressive sensing et super-résolution

2021-2022

### 1 Contexte et objectifs

L'IRM est une modalité d'imagerie permettant d'avoir accès à diverses informations anatomiques, du fait de la grande variété de contrastes qu'elle permet de produire. Certains détails ne sont cependant accessibles qu'en faisant l'acquisition de volumes haute résolution, souvent contraints à obtenir en pratique : la durée de l'acquisition est allongée, et l'image obtenue est très dégradée.

Ces contraintes encouragent donc à se tourner vers l'acquisition de volumes basse résolution, et à développer des méthodes d'amélioration de résolution en post-traitement. C'est le cas par exemple des méthodes dites de super-résolution, qui permettent de reconstruire un volume haute résolution en combinant plusieurs acquisitions orthogonales basse résolution (voir Figure 1). Cela permet d'obtenir un compromis avantageux entre temps d'acquisition, rapport signal à bruit et résolution spatiale. Ce compromis peut encore être amélioré en intégrant les propriétés physiques de l'IRM dans le modèle via un processus d'acquisition compressée (*compressive sensing*). On souhaite généraliser les approches variationnelles utilisées en super-résolution à un processus d'acquisition compressée [Ye19], pour lequel le pattern d'acquisition est un sous-échantillonnage aléatoire dans l'espace de Fourier :

$$\underset{x \in \mathbb{R}^N}{\operatorname{argmin}} \frac{1}{2} \|A\Phi x - y\|_2^2 + R(x).$$

### 2 Descriptif du stage

En s'appuyant sur les travaux [FPC19] et d'un code existant, l'objectif de ce stage est de généraliser les approches variationnelles existantes au compressive sensing pour des données IRM. En particulier :

- intégrer les opérateurs d'acquisition compressée dans les formulations variationnelles,
- intégrer et étudier l'impact de l'opérateur de sous-échantillonnage utilisé en super-résolution, en général très mal conditionné, sur l'optimisation,

- validations expérimentales à partir de données synthétiques via un générateur de volumes IRM.

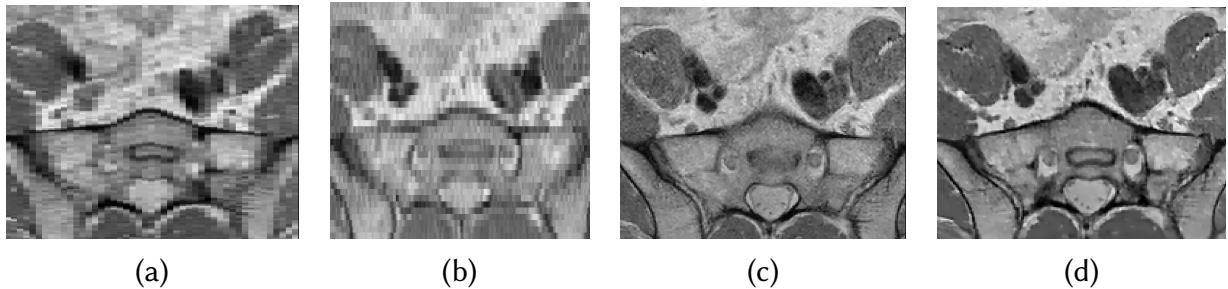


FIGURE 1 – Vues axiales de la base de la colonne vertébrale : (a) Acquisition sagittale, (b) Acquisition coronale, (c) Acquisition axiale, (d) Reconstruction par super-résolution avec une régularisation par Variation Totale TV.

## Références

- [FPC19] M. Foare, N. Pustelnik, and L. Condat. Semi-linearized proximal alternating minimization for a discrete Mumford–Shah model. *IEEE Trans. Image Process.*, 2019.
- [Ye19] J. C. Ye. Compressed sensing MRI : a review from signal processing perspective. *BMC Biomedical Engineering*, 1(1) :1–17, 2019.

## Profil recherché

Stagiaire de 5 ou 6 mois, de niveau M2 ou dernière année d'école d'ingénieur. Des compétences en programmation Python, en traitement d'image et en optimisation sont nécessaires. Une connaissance de l'IRM serait un plus.

## Lieu du stage

Laboratoire LIP/IXXI, ENS Lyon site Monod, F-69007 Lyon.  
Des déplacements sur le campus de La Doua sont à prévoir.

## Contacts

Un CV et une lettre de motivation doivent être envoyés à Marion Foare (marion.foare@cpe.fr) et à Éric Van Reeth (eric.van-reeth@cpe.fr).