

Exploration des stratégies d'échantillonnage radial pour la mesure de l'écoulement en IRM 4D par simulation numérique réaliste

Lieu du stage : Laboratoire IMAG, Université de Montpellier et Laboratoire CREATIS, Université Claude Bernard LYON I, INSA-Lyon

Responsables du stage : Franck Nicoud (franck.nicoud@umontpellier.fr) et Monica Sigovan (monica.sigovan@creatis.insa-lyon.fr)

Contexte clinique

L'écoulement sanguin joue un rôle très important dans les pathologies cardio-vasculaires. L'écoulement sanguin peut-être mesuré directement dans un volume d'intérêt au cours du cycle cardiaque (acquisitions 4D), par l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Cependant, la mise en œuvre clinique de l'IRM de flux 4D conventionnel est encore limitée par les longs temps d'acquisition associés à l'imagerie multidimensionnelle.

Contexte Scientifique

Les techniques d'échantillonnage non-conventionnel, spécifiquement l'échantillonnage radial, présente des avantages intéressants, pouvant potentiellement dépasser les limites actuelles de l'IRM de flux 4D conventionnel. Dans l'équipe, nous avons exploré les avantages de l'échantillonnage radial pour la mesure de l'écoulement dans l'aorte et les cavités cardiaques [M. Sigovan et al, SMRA (2021); S. Bocalini et al ESMRMB (2021)].

Cependant, malgré de nombreux avantages, l'échantillonnage radial est sensible aux imperfections liées au système d'imagerie, par exemple les courants de Foucault induits dans les bobines des gradients de champ magnétique. Spécifiquement pour la quantification de l'écoulement, cette sensibilité se traduit dans des erreurs dans la mesure de vitesse.

Par ailleurs, nombreux paramètres liés à l'acquisition peuvent limiter la précision attendue des mesures et potentiellement conduire à un diagnostic erroné. De plus, les complexités intrinsèques du processus d'acquisition de l'IRM multimodale rendent difficile la localisation des sources d'erreurs de mesure.

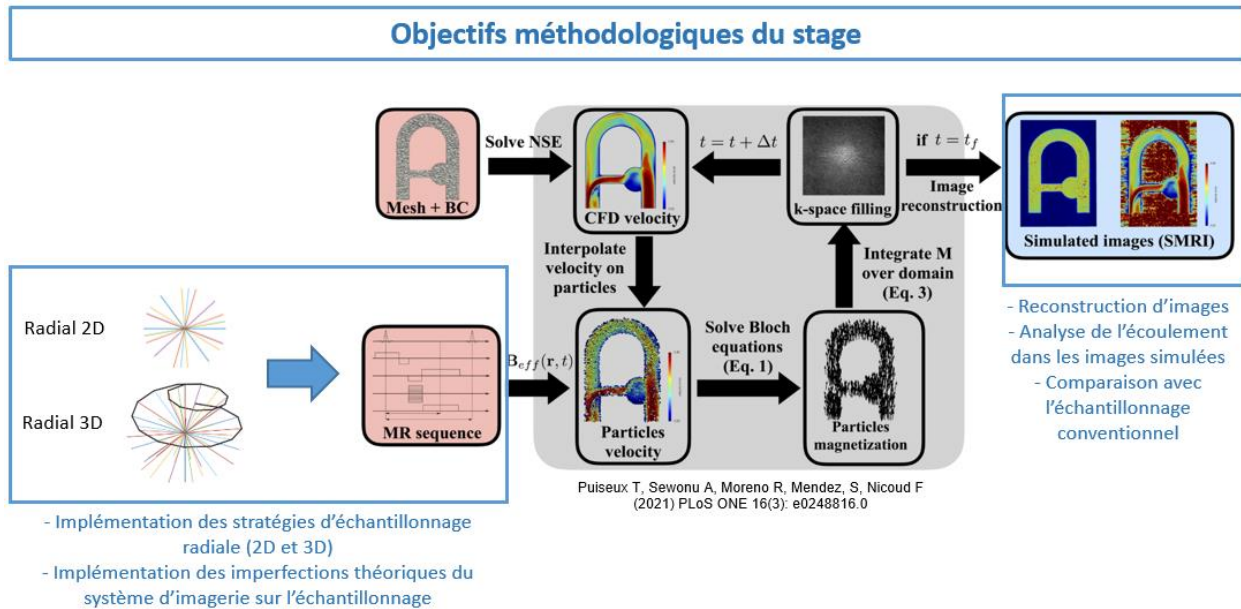
La simulation numérique du processus d'acquisition IRM représente un moyen efficace de décomposer le processus d'acquisition et de comprendre les mécanismes conduisant aux erreurs de mesure. Elle s'est déjà avérée utile pour décrire et corriger certaines sources d'artefacts d'imagerie, ainsi que pour optimiser des séquences pour l'IRM anatomique.

L'équipe du professeur Nicoud à Montpellier, a proposé une méthodologie permettant de simuler des acquisitions réalistes d'IRM de flux 4D (Figure) [T. Puiseux et al, PLoS One (2021)].

Objectif du stage :

Dans ce contexte, l'objectif de ce projet de master est d'étudier l'échantillonnage radial dans la quantification de l'écoulement par simulation numérique réaliste afin d'améliorer notre compréhension de l'impact de cette stratégie sur la quantification de la vitesse par rapport à la technique conventionnelle.

Les différents objectifs méthodologiques sont résumés dans la figure ci-dessus.



Feuille de route :

- Bibliographie par rapport aux :
 - techniques d'échantillonnage radial dans l'imagerie IRM dynamique (2D + temps et 3D + temps)
 - techniques de simulation IRM
- Implémentation d'une stratégie d'échantillonnage radial idéalisée
- Implémentation des imperfections théoriques du système d'acquisition
- Investigation de l'impact du sous-échantillonnage des données sur la quantification de vitesse
- Comparaison des stratégies étudiées, ie radiale versus conventionnelle
- Rédaction du rapport de stage.

Pre-requis :

Le stagiaire devra présenter de bonnes connaissances en programmation : python et/ou Matlab. Des notions en traitement d'images/données médicales peuvent permettre une plus grande interaction avec les intervenants.

Lieu :

Laboratoire IMAG, Université de Montpellier, Place Bataillon CC51, Montpellier, France
 Laboratoire CREATIS, Université Claude Bernard LYON I, INSA-Lyon, Bâtiment Leonard de Vinci, Domaine Scientifique de la DOUA, 43 Boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, FRANCE

Encadrement :

Monica Sigovan (monica.sigovan@creatis.insa-lyon.fr)
 Franck Nicoud (franck.nicoud@umontpellier.fr)