

**Stage de M2 Recherche****Approche hybride pour l'alignement automatique de projections en tomographie électronique pour la reconstruction 3D****Résumé de l'étude**

La microscopie électronique en transmission permet d'étudier des objets nanométriques. Depuis quelques années, il est possible avec cette technique d'acquisition, de suivre des réactions chimiques sur les particules en créant dans le microscope les conditions environnementales propices à la réaction (en température, quantité de gaz et pression). Cependant, l'étude de ces réactions doit se faire en 3D pour une meilleure compréhension. C'est pour cela que de la tomographie électronique en transmission rapide (voir très rapide) est d'un grand intérêt : en acquérant une série de projections de l'échantillon en rotation, on peut le reconstruire en 3D [Koneti16]. Il faut néanmoins que la rotation soit rapide (quelques secondes pour une rotation +/- 70°), que la caméra ait une sensibilité élevée, que les temps d'acquisition soient courts (on parle de 100 images par seconde en 2K) et que le goniomètre (système mettant en rotation l'échantillon dans le microscope) soit rapide et précis (l'axe de rotation doit passer par l'échantillon qui mesure quelques dizaines de nanomètres...). Mais inévitablement, les projections ainsi acquises sont faiblement contrastées, très bruitées, parfois floues et inadaptées pour la reconstruction 3D : l'axe de rotation étant positionné hors de l'échantillon à reconstruire.

**Contexte et justifications scientifiques**

Pour reconstruire l'image, il faut donc sélectionner des projections parmi celles acquises (les moins floues) et les aligner (i.e. remettre l'axe de rotation au centre de l'échantillon). Une méthode manuelle est souvent utilisée ([Franck 08], chapitre 5). Elle est autant précise que laborieuse car elle demande de positionner dans chaque projection une dizaine de points remarquables, et elle devient inenvisageable pour suivre une réaction sur plusieurs d'instants. Il existe des approches automatiques [van Leeuwen17], souvent moins fiables, et le but de ce stage est d'accroître la robustesse de ces approches en utilisant les descripteurs locaux couplés à des corrélations croisées et de l'a priori sur la continuité des déplacements entre deux projections consécutives ([Franck 08], chapitre 6).

**Objectifs**

L'objectif est de proposer une méthode d'alignement automatique hybride afin de faciliter la reconstruction de données réelles d'échantillon provenant d'acquisitions rapides en microscopie ETEM. L'utilisation des descripteurs locaux (ORB, SURF, SIFT, ...) et de de corrélation via la bibliothèque OpenCV permettront d'obtenir une approche rapide et robuste.

Des exemples manuellement alignés et des données de synthèse serviront à évaluer les performances. Les propositions seront aussi comparées aux approches de la littérature et aux logiciels de références ([IMOD](#)).

**Compétences et qualités requises**

Connaissances en traitement d'images (dont les descripteurs locaux), maîtrise de langage de programmation (C++, python) et de bibliothèques de traitement d'image (**OpenCV**), travail dans un milieu interdisciplinaire, autonomie, dynamisme, bon niveau en anglais.

**Accueil**

Le stage de 5 à 6 mois sera effectué au laboratoire CREATIS sur le site de la Doua. La gratification sera celle en vigueur (~540€/mois).

**Bibliographie**

[van Leeuwen17] "Automatic alignment for three-dimensional tomographic reconstruction", T. van Leeuwen, S. Maretzke, K. Joost Batenburg, 2017

[Koneti16] "Environmental Transmission Electron Tomography: fast 3D analysis of nano-materials", S. Koneti, L. Roiban, V. Maxim, T. Grenier, P. Avenier, A. Cabiac, A.-S. Gay, F. Dalmas, T. Epicier, EMC 2016

[Franck 08] "Electron Tomography – Methods for Three-Dimensional Visualization of Structures in the Cell", Joachim Franck, Springer, 2<sup>nd</sup> edition. 2008

**Encadrement**

<b>Dr Thomas Grenier</b> (MCU CREATIS) thomas.grenier@creatis.insa-lyon.fr	<b>Dr Hussein Banjak</b> (Post-Doc CREATIS) hussein.banjak@creatis.insa-lyon.fr
---	--

Une équipe d'encadrement élargie composée de Voichita Maxim et Thierry Epicier complètera les principaux encadrants.