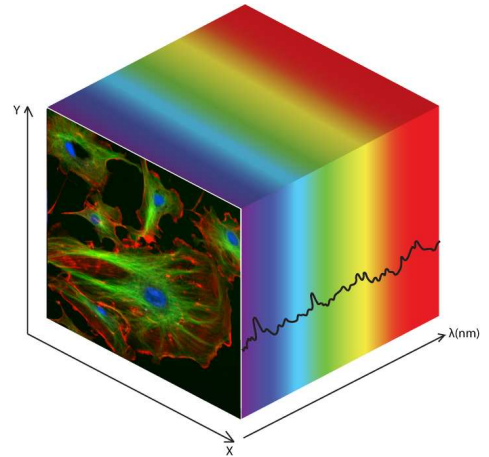


## Stage en traitement d'images :

# Reconstruction d'images hyperspectrales pour un imageur de nouvelle génération

Les instruments imageurs hyperspectraux permettent d'obtenir un cube de données 3D (deux dimensions spatiales et une dimension spectrale) avec pour chaque pixel de l'image 2D le spectre correspondant (voire figure ci-contre). L'analyse de telles images hyperspectrales offre de nombreuses perspectives applicatives dans des domaines variés allant de la microscopie à l'astrophysique en passant par la robotique et l'observation de la terre. Un nouvel imageur hyperspectral dont la configuration est contrôlable en temps réel a récemment été proposé au LAAS [1]. La configuration de cet instrument est modifiable par l'intermédiaire d'une matrice de micro-miroirs (MMM) à deux positions (réflexion ou réjection du signal lumineux), jouant le rôle de multiples fentes, dont la largeur, et donc la résolution spectrale, et la position sont entièrement pilotables. Cet aspect adaptatif est en nette rupture avec les principes d'acquisition de données hyperspectrales existants, puisque plutôt qu'un balayage traditionnel de l'ensemble du cube de données hyperspectrales, le pilotage du dispositif permet de se focaliser sur des zones spatiales et spectrales d'intérêt, avec des résolutions spectrales variables.



Le stage proposé se place dans le cadre du projet ImHypAd (*Imageur Hyperspectral Adaptatif*) financé par l'Agence Nationale de la Recherche. L'objectif de ce projet collaboratif entre le l'IRAP, le LAAS et *Airbus Defence & Space* est d'associer à ce dispositif instrumental des algorithmes de pilotage, d'analyse et de traitement des données afin de lui donner la capacité à s'adapter aux objets observés. Dans le cadre de ce projet, nous avons développé des algorithmes de reconstruction du cube hyperspectral à partir d'un faible nombre d'acquisitions, pour des configurations aléatoires de la MMM, évitant ainsi le balayage de l'ensemble du cube [2]. Une des particularité de ces méthodes est d'exploiter la structure spatiale de l'image panchromatique (image de luminance pour l'ensemble des longueur d'ondes) pour reconstruire le cube hyperspectral. Cependant ces méthodes souffrent de quelques problèmes dus au faible nombre d'acquisitions utilisées.

Un premier problème apparaît au niveau des contours spatiaux de l'image, l'information apportée par les données est insuffisante pour reconstruire les spectres des pixels correspondants. Deux pistes son envisagées pour pallier ce manque d'information : une première consiste à exploiter un modèle de mélange pour les spectres de ces contours, ce qui est cohérent avec le système optique et la réponse optique de l'instrument (*Point Spread Function*). Nous avons alors à résoudre un problème de séparation de spectre. Une deuxième piste est de chercher à piloter l'instrument (la configuration de la MMM) afin d'obtenir le plus d'information possible au niveau de ces contours.

Un second problème classique en imagerie et accentué pour l'imagerie hyperspectrale, est lié à la dynamique de l'image observée. En effet, dans les zones à faible intensité de l'image, le flux lumineux aux différentes longueurs d'onde étant très faible, la reconstruction est dominée par le bruit. Nous souhaitons alors profiter de l'aspect pilotable du dispositif afin d'augmenter la durée d'acquisition dans ces zones, aisément détectables dans l'image panchromatique, sans saturer les zones à plus fortes intensités, ce qui est envisageable grace au pilotage de la MMM. Cela nécessitera alors le développement de configuration d'acquisitions particulières et d'algorithmes de reconstruction associés.

Ce stage, d'une durée de 4 à 6 mois, aura lieu au sein du groupe Signal Image en Sciences de l'Univers (SISU) de l'IRAP en interaction avec des collaborateurs du LAAS et d'ADS. Le travail de stage comportera une part méthodologique, une part d'algorithmique et nécessitera des développements informatiques. Le stagiaire doit avoir des bonnes connaissances en traitement du signal et des images ainsi qu'en estimation et optimisation. Il devra connaître le langage informatique Matlab.

Encadrant : Hervé CARFANTAN, [Herve.Carfantan@irap.omp.eu](mailto:Herve.Carfantan@irap.omp.eu),  
<http://userpages.irap.omp.eu/~hcarfantan/>

[1] S. McGregor, S. Lacroix, and A. Monmayrant, Adaptive hyperspectral imager: design, modeling, and control. *Journal of Optics*, 17(8) :085607, 2015.

[2] I. Ardi, H. Carfantan, S. Lacroix et A. Monmayrant, *Fast hyperspectral cube reconstruction for a double disperser imager EUSIPCO*, Sep 2018.