

### L'ENTREPRISE Observation de la Terre - Toulouse

Magellium (Groupe Artal), avec ses 250 collaborateurs, est un acteur indépendant, spécialiste sur la chaîne de valorisation du pixel et de la donnée image et vidéo (du capteur satellite, aéroporté ou drone jusqu'à son utilisation dans les systèmes d'information géographique, la cartographie et la Géointelligence). Magellium promeut la maîtrise des technologies du logiciel, de l'IA, du traitement d'image et de la géomatique.

L'unité **Earth Observation** est en charge des activités de traitement d'images d'origine spatiale. Ses domaines d'expertise sont : la géométrie des capteurs & le traitement d'image, la calibration/validation & le contrôle qualité et les services d'observation de la Terre. Nos experts en télédétection, nos scientifiques et nos concepteurs de logiciels spécialisés se concentrent sur les programmes de R&D, les algorithmes de traitement, les systèmes de segment sol et les services environnementaux. Observer la Terre depuis l'espace, surveiller notre environnement et les changements climatiques sont nos défis.

### CONTEXTE

Dès le lancement du premier satellite (Sputnik) dans 1957, l'observation de la Terre par satellites est un des domaines les plus avancées dans l'exploitation des technologies spatiales. L'amélioration des capteurs optiques permet d'avoir des mesures meilleures et plus complètes de la radiation électromagnétique réfléchie par la surface terrestre. Un des exemples c'est le future satellite CHIME de l'ESA, qui contient un spectro-imageur avec une résolution 20 m/pixel avec une mesure continue de la radiance entre 400 nm et 2500 nm. Avec ces données hyperspectrales, CHIME couvrira de façon opérationnelle plusieurs applications scientifiques et civiles comme: le suivi de la production des champs cultivés, l'analyse de la qualité du sol et minéralogie, la protection et l'utilisation des ressources forestières ou l'analyse de la qualité de l'eau parmi autres.

Afin d'exploiter l'information des données satellitales, ces images doivent être corrigées des effets d'absorption et diffusion de la radiation par l'atmosphère terrestre. Ce processus (**correction atmosphérique**) est une des étapes les plus importantes dans le traitement d'images optiques par satellite. Son but principal c'est l'obtention de la réflectance de surface à partir des mesures de la radiance par le satellite. En générale, les algorithmes de correction atmosphérique sont divisés en deux étapes : (1) la caractérisation de l'atmosphère, principales vapeur d'eau et aérosols ; et (2) l'inversion de la réflectance surface à partir des mesures du satellite. Les algorithmes de correction atmosphérique utilisent des modèles de transfert radiatif (RTM) pour obtenir la composition atmosphérique et découpler le signal de la réflectance de surface des effets atmosphériques. Ces RTM atmosphériques sont codes informatiques qui simulent les processus d'absorption, diffusion et émission de la radiation électromagnétique dans l'atmosphère terrestre.

Si bien des algorithmes existent déjà pour divers satellites, la correction atmosphérique est toujours un défi qui a besoin encore d'améliorations, surtout pour des instruments hyperspectrales en haute résolution spatiale comme CHIME. L'utilisation conjointe des méthodes de *machine learning* (émulateurs) avec des méthodes d'*estimation optimale* (ISOFIT, GRASP) ouvrent la porte à améliorer la précision et la performance de la correction atmosphérique.

## LE SUJET DE STAGE

L'objectif de ce stage sera implémenter et tester des améliorations sur l'algorithme ISOFIT et l'appliquer sur des images synthétiques hyperspectrales de la mission CHIME. En particulier, l'objectif sera d'améliorer l'algorithme ISOFIT en utilisant des méthodes multi-pixel (Guanter et al. 2010) pour mieux caractériser l'atmosphère ainsi que d'utiliser des émulateurs (Vicent et al. 2021) comme alternative à l'interpolation des *look-up tables*.

Vous aurez pour objectifs :

- Révision bibliographique sur les méthodes d'estimation optique, correction atmosphérique et émulation, ainsi que pour les concepts physiques (transfert radiative) et les outils informatiques (codes de transfert, émulateurs) à utiliser pendant le stage.
- Simulation d'une base de données pour tester les améliorations dans l'algorithme ISOFIT.
- Compréhension, implémentation et amélioration de l'algorithme ISOFIT. En particulier :
  - Amélioration de l'algorithme avec des méthodes multi-pixel.
  - Adaptation de l'algorithme pour l'utilisation avec des émulateurs.
  - Génération d'un émulateur des codes de transfert radiatif atmosphérique.
- Validation et analyse de performance de l'algorithme sur la base de données synthétiques pour l'instrument CHIME.

Les travaux seront réalisés en **Python** ou, de préférence, **Matlab**. Vous travaillerez en collaboration active avec les experts en transfert radiatif, correction atmosphérique et Machine Learning pour définir le plan travail, développer l'outil et générer les données. Vous aurez aussi accès à des outils existants (ALG) pour faciliter les travaux. Vous devrez être autonome dans leur mise en œuvre.

## PROFIL

Etudiant(e) en cursus universitaire ou en école d'ingénieur et préparant un diplôme de niveau Bac+5 dans le domaine de la télédétection, physique, traitement d'images, machine learning ou informatique, vous êtes intéressé(e) et motivé(e) pour réaliser une thèse à la suite du stage.

**Vous avez une expérience prouvée en programmation numérique (Python ou, de préférence, Matlab) et disposez d'un bon bagage physique (transfert radiative), mathématique (méthodes statistiques) et connaissances sur l'Observation de la Terre (mission satellites).**