

---

# Fiche de proposition de stage en traitement d'images

---

**Nom de l'entreprise** : Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives

**Adresse** : CEA-DASE-SA2PN-LTSE, Bruyères-le-Châtel, 91297 Arpajon Cedex

**Nom des tuteurs** : David HATEAU

**Email** : [david.hateau@cea.fr](mailto:david.hateau@cea.fr) **Téléphone** : 01.69.26.40.00

**Lieu de travail** : Bruyères-le-Châtel, Département Analyse et Surveillance de l'Environnement

**Rattachement hiérarchique** : Jean-Michel LAGRANGE

**Durée** : 4 à 6 mois (**réponse impérative 4 mois avant le début du stage**)

---

## Recalage d'images THR et hyperspectrales

Actuellement, la plupart des satellites optiques d'observation de la Terre produisent des images à très haute résolution spatiale (THR) de l'ordre du mètre. A court terme, plusieurs satellites dits hyperspectraux doivent fournir des images avec une très haute résolution spectrale (plus de 200 bandes spectrales du visible au proche-infrarouge) mais avec une résolution spatiale décimétrique. Afin de préparer au mieux l'arrivée de ces données, la communauté scientifique développe des algorithmes de fusion permettant d'élaborer de nouvelles images ayant à la fois une très haute résolution spatiale et une très haute résolution spectrale. Ces algorithmes de fusion nécessitent que les images THR et hyperspectrales soient recalées avec une très grande précision, meilleure qu'un dixième de pixel hyperspectral.

Le recalage d'images consiste à appliquer une transformation géométrique à une ou aux deux images afin de les mettre en correspondance. Elle implique trois étapes fondamentales : tout d'abord définir des points homologues ou *points de liaison* entre les deux images, estimer ensuite les paramètres du modèle géométrique de transformation et, enfin, appliquer cette transformation aux images natives, ce qui implique une étape de ré-échantillonnage (différents interpolateurs peuvent alors être utilisés).

L'objectif de ce stage est de développer un outil informatique complet permettant de recalier des images THR et hyperspectrales. Pour cela, le stage s'articulera autour des axes suivants :

- Dans un premier temps, le candidat devra dresser un état de l'art des différentes méthodes d'extraction automatique de points de liaison dans les images et programmer la méthode la plus adaptée au problème posé. En particulier, une comparaison des méthodes reposant sur la détection de structures caractéristiques présentes à différentes échelles et communes aux images (algorithmes de type SIFT / *Scale Invariant Feature Transform* ou SURF / *Speeded up Robust Features*) avec des techniques de recalage basées sur la maximisation de l'information mutuelle contenues dans celles-ci devra être effectuée.
- Le candidat devra dans un deuxième temps faire un état de l'art des modèles géométriques de transformation pour le recalage d'images. Le choix d'un modèle linéaire ou non-linéaire sera fait en prenant soin d'évaluer les effets causés par le relief des scènes, l'élévation des objets et les différences d'angles de prises de vue pour les scènes d'intérêt du laboratoire. La méthode retenue sera programmée et intégrée dans l'outil.
- Il devra ensuite intégrer les différents interpolateurs d'images disponibles au laboratoire dans l'outil pour réaliser l'étape de ré-échantillonnage, afin d'évaluer leurs performances.
- Enfin, dans un dernier temps, l'outil complet (extraction de points de liaison, transformation géométrique, ré-échantillonnage) sera testé sur plusieurs jeux de données simulées ainsi que sur des images satellites réelles disponibles au laboratoire (des couples QuickBird/Hyperion et Ikonos/Hyperion par exemple). Ce sera ici l'occasion de s'intéresser à la problématique du recalage d'images ayant des forts rapports de résolution (typiquement >10) peu étudiée dans la littérature et de fournir des préconisations.

**Profil** : étudiant en dernière année d'école d'ingénieur, en M2 ou en année de césure, spécialisé en traitement d'images, de signaux ou en télédétection. Les développements seront principalement effectués en langage python et/ou sous IDL (langage matriciel proche de Matlab) équipé du module d'environnement ENVI. La programmation ne doit donc pas être un obstacle pour le candidat.