

## Sujet de thèse : Restauration aveugle d'images aériennes hyperspectrales. Application au milieu côtier

La nouvelle génération de capteurs aéroportés d'imagerie hyperspectrale (données de grandes dimensions spatiale et spectrale), embarqués sur des avions légers ou des drones, présente un intérêt scientifique, technique et économique. Elle permet non seulement l'obtention d'une information très riche sur la nature et l'évolution spatio-temporelle des zones survolées, mais également la couverture de zones étendues. Cependant, l'exploitation de ces données reste difficile et plus particulièrement pour les données hyperspectrales acquises en milieu côtier car elles sont déformées par plusieurs sources de dégradation (capteur, atmosphère, colonne d'eau). Des solutions ont déjà été développées dans la littérature élaborant des modèles de réflectance et des techniques d'inversion de ces modèles pour l'estimation des paramètres caractéristiques de la colonne d'eau. La précision des résultats obtenus est fortement dépendante des zones étudiées (variabilité spatiale et temporelle) et des données disponibles couplées à l'acquisition aérienne, ce qui limite l'exploitation de ces solutions (en termes de précision, de robustesse et de mise en œuvre automatique).

Pour pouvoir interpréter les données de manière optimale (et retrouver une signature spectrale précise des espèces végétales et minérales in-situ imagées sur la totalité du spectre disponible) une étape préliminaire de restauration (débruitage/déconvolution) doit être introduite afin de pallier les différentes sources de dégradation dépendantes du capteur et/ou du milieu d'acquisition. La résolution de ce problème complexe exige le développement d'approches reposant sur un minimum de connaissance *a priori* et exploitant conjointement les informations spatiales et spectrales.

Pour atteindre cet objectif, nous proposons dans cette thèse de développer une thématique originale de restauration multicritères prenant en compte l'hétérogénéité des milieux et adaptative aux conditions d'acquisition et au contenu des zones survolées. Cela permettra par la suite d'optimiser l'analyse, la mise en correspondance et le suivi temporel des milieux étudiés. Trois volets seront donc pris en compte conjointement pour restaurer le contenu informationnel des images hyperspectrales :

- **Le premier volet** porte sur l'analyse et l'estimation des caractéristiques d'un bruit d'observation dépendant du signal (et donc non stationnaire), tel qu'il a été mis en évidence dans les travaux récents de la littérature, notamment pour les images acquises avec les dernières générations de capteurs hyperspectraux.
- **Le deuxième volet** a pour objet le problème de la déconvolution des données hyperspectrales et donc préalablement la modélisation et l'estimation de la réponse impulsionnelle (PSF) du système imageur. Les différentes étapes du processus d'acquisition doivent être prises en compte dans la phase de modélisation (caractéristiques de l'instrument et paramètres dépendant des conditions d'acquisition : phénomènes de turbulences atmosphériques, d'absorption, d'émission et de transmission). Il s'agit alors d'estimer la dimension et la variabilité de l'étalement spatial et spectral de la PSF.
- **Le troisième volet** a pour objectif de formaliser l'impact de l'incertitude des caractéristiques estimées de la PSF et du bruit d'observation du système imageur sur les corrections et les traitements en aval, en vue d'adapter ceux-ci et de les rendre robustes aux incertitudes des modèles d'observation et de leurs paramètres.

L'apport méthodologique de la restauration proposée durant la thèse pour corriger les déformations introduites sur signatures spectrales lors de la formation des images sera directement évalué et exploité par nos partenaires dans le cadre de thématiques ciblées.

**Mots clés :** modélisation, estimation, filtrage, restauration, déconvolution, optimisation, multicritères, régularisation, données de grandes dimensions spatiale et spectrale

**Profil et compétences recherchés :**

Mathématiques appliquées et/ou traitement du signal et de l'image,  
Programmation en langage orienté objet, Matlab, niveau d'anglais correct.

Bourse co-financée par la Région Bretagne et le département des Côtes d'Armor.

Contacts : K. Chehdi ([kacem.chehdi@univ-rennes1.fr](mailto:kacem.chehdi@univ-rennes1.fr)) 02 96 46 90 36 <http://tsi2m.enssat.fr>  
B. Vozel ([benoit.vozel@univ-rennes1.fr](mailto:benoit.vozel@univ-rennes1.fr)) 02 96 46 90 71

La thèse se déroulera sur le site de l'IETR Lannion (Equipe TSI2M)