

# INVITATION

## Soutenance de thèse de Simon Rebeyrol

### Apport d'une voie panchromatique pour le démixage d'images hyperspectrales

Le Mercredi 9 juin 2021, à 14h

A l'IRAP, en visioconférence et présentiel

(pour obtenir le lien, contacter : [simon.rebeyrol@irap.omp.eu](mailto:simon.rebeyrol@irap.omp.eu) )

*L'accès à la salle de soutenance est restreint aux membres du Jury. Du fait de la situation sanitaire liée au Covid, toutes les recommandations devront être respectées*

#### Composition du jury :

M. Thomas CORPETTI	LETG	Rapporteur
Mme Danielle NUZILLARD	CRéSTIC	Rapporteuse
Mme Véronique ACHARD	ONERA	Examinatrice
M. Xavier BRIOTTET	ONERA	Examineur
M. Christian JUTTEN	GIPSA-LAB	Examineur
Mme Christiane WEBER	UMR TETIS	Examinatrice
M. Yannick DEVILLE	IRAP	Directeur de thèse
M. Stéphane MAY	CNES	Membre invité

#### Résumé

Cette thèse s'articule autour du démixage spectral sur des images d'observation de la Terre. La problématique est d'estimer de manière aveugle les spectres en réflectance ainsi que les abondances des matériaux purs présents dans une image hyperspectrale (HS) dont chaque pixel contient la contribution spectrale d'un ou de plusieurs de ces matériaux.

La plupart des méthodes de démixage de la littérature se fondent sur des hypothèses qui ne sont pas nécessairement vérifiées sur des images réelles, par exemple la présence d'un pixel pur pour chaque matériau, ou la connaissance d'un jeu de spectres initial très proche de celui recherché. Elles présentent donc des limitations. La possibilité de coupler une image HS avec une image panchromatique (PAN) est une opportunité pour réduire certaines de ces limitations. L'application visée pour une telle méthode de démixage HS-PAN est la mission spatiale HYPXIM/HYPEX-2, qui prévoit d'embarquer une caméra HS de résolution spatiale limitée (de l'ordre de 8 m) ainsi qu'une caméra PAN de résolution spatiale plus fine (de l'ordre de 2 m).

Nous avons tout d'abord étudié les différentes possibilités d'utilisation de l'image PAN, notamment aux travers de ses statistiques locales. Nous avons montré que, sur deux jeux de données réelles, il est possible de détecter des pixels purs sur l'image HS à l'aide d'un critère d'hétérogénéité calculé sur l'image PAN. Une première méthode de démixage spectral, nommée Heterogeneity-Based Endmember Extraction (HBEE), a alors été développée. Elle permet d'estimer les spectres des matériaux représentés par des pixels purs dans l'image, en s'appuyant sur une étape de détection des pixels purs suivie d'une étape de classification.

L'hypothèse que pose HBEE ne permet pas d'estimer tous les spectres représentant les matériaux purs présents dans l'image (appelés pôles de mélange). Nous avons donc développé une méthode d'estimation des spectres des matériaux qui ne sont pas représentés par des pixels purs. Cette méthode, baptisée Local Constrained Non-negative Matrix Factorisation (LCNMF), est itérative et locale. A chaque itération, elle calcule la carte de l'erreur de reconstruction entre l'image HS originale et l'image reconstruite avec le jeu de pôles de mélange estimés par HBEE et par LCNMF jusqu'à l'itération précédente, puis elle détecte la zone la plus mal reconstruite et y estime le pôle de mélange inconnu, supposé unique sur cette zone.

La sensibilité des performances de HBEE-LCNMF à ses paramètres ainsi que son comportement ont été évalués sur données synthétiques, puis sur des données réelles dont la vérité terrain est maîtrisée. Cette étude a montré les avantages de la méthode lorsque les hypothèses posées sont vérifiées, notamment sa capacité à estimer correctement les pôles de mélange ainsi que leur nombre. Elle a aussi mis en évidence les limites de la méthode, en particulier en présence d'ombre. Des valeurs de paramètres par défaut ont ainsi été définies.

Enfin, les performances de HBEE-LCNMF ont été comparées à celles d'une sélection de méthodes de l'état de l'art du démelange spectral. Sur données synthétiques, HBEE-LCNMF produit les meilleures performances. Sur des images réelles contenant moins d'une dizaine de matériaux, les performances de la méthode développée sont équivalentes à ou meilleures que celles des autres méthodes. L'utilisation de la méthode HBEE-LCNMF est donc recommandé dans le traitement d'images de taille limitée et contenant moins d'une dizaine de matériaux purs. Une des perspectives de ce travail est d'appliquer notre méthode sur une image de grande taille qui aura été préalablement découpée en plusieurs régions de taille réduite.

### **Mots clés**

**image panchromatique, image hyperspectrale, démelange spectral, mission HYPXIM/HYPEX-2**