

Exploitation de données hyperspectrales pour l'analyse de l'état de santé de la végétation exposée aux hydrocarbures

Guillaume Lassalle

L'exploration pétrolière et le monitoring de la contamination demeurent très limités dans les régions colonisées par la végétation. La présence de suintements naturels et de fuites d'installations pétrolières est bien souvent masquée par le feuillage, rendant inopérantes les technologies actuelles de détection du pétrole brut et des produits pétroliers. L'exposition de la végétation à ces composés affecte toutefois son état de santé et, par conséquent, ses propriétés optiques dans le domaine [400:2500] nm. Cela suggère de pouvoir détecter les suintements et les fuites d'installations de manière indirecte, en analysant l'état de santé de la végétation au travers de sa réflectance spectrale. Basée sur cette hypothèse, la présente thèse évalue le potentiel de l'imagerie hyperspectrale aéroportée à très haute résolution spatiale pour détecter et quantifier la contamination pétrolière en région tempérée végétalisée. Pour cela, une approche multi-échelles en trois étapes a été adoptée. La première étape a eu pour objet de développer une méthode de détection et de caractérisation de la contamination en conditions contrôlées, exploitant les propriétés optiques de *Rubus fruticosus* L. La méthode proposée combine 14 indices de végétation en classification et permet de détecter divers contaminants pétroliers avec précision, depuis l'échelle de la feuille jusqu'à celle du couvert. Son utilisation en conditions naturelles a été validée sur un bournier de production contaminé, colonisé par la même espèce. Au cours de la seconde étape, une méthode de quantification des hydrocarbures pétroliers totaux, basée sur l'inversion d'un modèle de transfert radiatif, a été développée. Cette méthode exploite le contenu en pigments des feuilles, estimé à partir de leur signature spectrale, afin de prédire précisément le taux de contamination en hydrocarbures du sol. La dernière étape de l'approche a démontré la robustesse des deux méthodes en imagerie aéroportée. Celles-ci se sont montrées très performantes pour détecter et quantifier la contamination des bourniers. Une autre méthode de quantification, basée sur la régression multiple, a également été proposée. Au terme de cette thèse, les trois méthodes proposées ont été validées pour une utilisation sur le terrain, à l'échelle de la feuille et du couvert, ainsi qu'en imagerie hyperspectrale aéroportée à très haute résolution spatiale. Leurs performances dépendent toutefois de l'espèce, de la saison et du niveau de contamination du sol. Une approche similaire a été conduite en conditions tropicales, permettant de mettre au point une méthode de quantification de la contamination adaptée à ce contexte. En vue d'une utilisation opérationnelle, un effort important reste nécessaire pour étendre le champ d'application des méthodes à d'autres contextes et envisager leur application sur les futurs capteurs hyperspectraux embarqués sur satellite et sur drone. Enfin, l'apport de la télédétection active (radar et LiDAR) est à considérer dans les recherches futures, afin de lever certaines limites propres à l'utilisation de la télédétection optique passive.

Le jeudi 17 octobre 2019, à 14h00
ISAE-SUPAERO - Salle des thèses
10 avenue Edouard Belin - 31400 TOULOUSE

Composition du jury :

Mme FABRE Sophie (Onera)
M. ELGER Arnaud (Ecolab)
M. DE SOUZA FILHO Carlos Roberto (Unicamp)
M. JACQUEMOUD Stéphane (IPGP)
Mme LAFFONT-SCHOWB Isabelle (LPED)
Mme BEGUE Agnès (CIRAD)
M. CREDOZ Anthony (TOTAL)

Co-directrice
Directeur de thèse
Rapporteur
Rapporteur
Examineur
Examineur
Encadrant