

## PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

Référence : **PDOC-DOTA-2018-01**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA :**

**Domaine :** PHY

**Lieu (centre ONERA) :** Midi-Pyrénées

**Département :** Département d'Optique et Techniques Associées

**Unité :** Propriétés optiques des scènes

**Contacts :** Françoise Viallefont – [Francoise.Viallefont@onera.fr](mailto:Francoise.Viallefont@onera.fr) / Romain Ceolato [Romain.ceolato@onera.fr](mailto:Romain.ceolato@onera.fr) – Pierre-Yves Foucher – [pierre-yves.foucher@onera.fr](mailto:pierre-yves.foucher@onera.fr)

**Intitulé : Caractérisation des émulsions d'hydrocarbures en mer à partir d'imagerie hyperspectrale aéroportée**

**Mots-clés :** Hyperspectral, Offshore, Emulsion, Réflectance

**Contexte :**

La présence d'hydrocarbures en pleine mer (offshore) peut indiquer la présence d'un réservoir de pétrole dans le sous-sol marin ou bien une pollution accidentelle. La détection, la caractérisation et surtout la quantification des hydrocarbures constituent, de ce fait, un challenge pour l'industrie pétrolière. La télédétection optique est de plus en plus étudiée pour son large potentiel dans ce domaine. Les spécificités de la télédétection optique en offshore sont : (i) observer des hydrocarbures purs en surface de mer, (ii) observer des milieux potentiellement semi-transparents, (iii) observer des mélanges d'eau et d'hydrocarbure qui, sous l'action des vagues, se transforment en émulsions (souvent sous forme de mousses suffisamment opaques ou épaisses pour que la lumière ne traverse pas la couche d'émulsion). Si en télédétection optique par imagerie hyperspectrale il est possible aujourd'hui, dans certains cas, d'identifier un hydrocarbure pur par analyse de sa signature optique, en particulier sa réflectance spectrale, dans le cas d'une émulsion eau-hydrocarbure cette analyse est plus complexe et aujourd'hui non maîtrisée. L'enjeu est donc de mettre en évidence le lien entre la réflectance spectrale et les caractéristiques d'une émulsion (épaisseur, propriétés du mélange), et d'exploiter ce lien pour estimer ces grandeurs à partir d'acquisitions hyperspectrales aéroportées et satellites.

**Description du sujet :**

L'imagerie hyperspectrale couvrant le domaine spectral 0,4-2,5  $\mu\text{m}$  est une méthode de télédétection qui permet de remonter à la signature optique d'une scène pixel par pixel et en particulier à la réflectance spectrale. La détermination du type d'hydrocarbure et sa quantification (par exemple l'épaisseur ou la teneur en eau d'une émulsion eau-dans-huile) s'appuient sur des bases de données de réflectances spectrales associées à des méthodes dites de *spectral matching* (*Spectral Information Divergence* ou *Spectral Angle Mapper* par exemple) ou de modélisation inverse lorsque les propriétés de l'hydrocarbure pur sont maîtrisées. Cette démarche de caractérisation est classique pour les matériaux opaques comme dans le cas des sols. Elle est plus délicate pour les milieux semi-transparents. Dans ce cas, la réflectance n'est pas une propriété intrinsèque au type d'hydrocarbure car elle dépend d'un ensemble de paramètres microphysiques tels que la distribution en taille des gouttelettes d'eau, la teneur en eau et l'épaisseur de l'émulsion (paramètres structuraux de l'émulsion). L'enjeu de ces travaux consiste donc à relier la réflectance spectrale observée en télédétection aux propriétés physiques de l'émulsion.

Les travaux envisagés seront dans un premier temps une appropriation de l'état de l'art et en particulier des travaux Clark et al. et des applications de ces travaux ayant fourni une première modélisation simple diffusion de la réflectance d'une émulsion (huile/eau) permettant d'estimer les paramètres d'épaisseur et de taux d'émulsion d'une nappe par imagerie hyperspectrale aéroporté mais dont les résultats n'ont pu être validés.

Après une analyse critique de la méthodologie étudiée, il s'agira en collaboration avec le LFCR de Pau de constituer une base de données physique d'émulsion pour une huile bien maîtrisée de référence et des mesures optiques de laboratoire associées (transmission et réflectance). La modélisation en simple diffusion étudiée précédemment pourra être confrontée à cette nouvelle base de données et éventuellement améliorée. Ce modèle devra permettre de simuler des réflectances pour différentes émulsions en fonction du taux d'émulsion, et de la taille des bulles. Il sera utilisé pour estimer les propriétés de différentes émulsions déversées sur l'eau pour lesquelles l'Onera a pu réaliser des acquisitions en imagerie hyperspectrale.

Ces acquisitions sont de deux types : Observation en bassin (hauteur de prise de vue : 10m) réalisées en collaboration avec le CEDRE en 2017 et observations aéroportées d'émulsion eau-hydrocarbures réalisées dans le cadre d'un exercice de dépollution en Norvège en 2015. Pour ces différentes acquisitions, un certain nombre de vérités terrain seront accessibles pour valider la méthodologie proposée.

Fournitures et retombées attendues :

- une base de données de signatures optiques hyperspectrales pour une huile de référence associées à des propriétés physiques d'émulsions eau-hydrocarbures
- Une méthode permettant de remonter aux propriétés d'épaisseur, de taux d'émulsion d'une nappe d'hydrocarbure en mer en émulsion à partir d'acquisitions hyperspectrales aéroportées.

Deux publications sont envisagées autour de ces travaux :

- Validation d'un modèle de réflectance spectrale d'une émulsion
- Caractérisation des propriétés d'une émulsion par imagerie hyperspectrale

Collaborations extérieures :

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre du projet NAOMI en collaboration entre l'Onera et TOTAL. En outre une collaboration spécifique avec le LFCR de Pau pour la préparation maîtrisée des émulsions a été mise en place. Enfin le candidat pourra profiter des collaborations existantes entre l'Onera et le CEDRE pour les aspects comportementaux d'un hydrocarbure en mer.

**Durée : 12 mois, éventuellement renouvelable une fois**

**Salaire net : environ 25 k€ annuel**

## PROFIL DU CANDIDAT

**Formation :**

- Docteur en physique / télédétection optique

**Compétences souhaitées :**

- Physique des phénomènes radiatifs dans le domaine VIS-SWIR
- Développement d'outils logiciel de traitement physique
- Compétences en traitement du signal / images
- Expérimentation de laboratoire
- Capacité de publication attestée.