

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Télédétection et caractérisation de pollutions en mer par simulation électromagnétique

Référence : **PHY-DEMR-2025-14**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 2025

Date limite de candidature : juin 2025

Mots clés

Electromagnétisme, Surface de mer, Pollution des eaux, Télédétection.

Profil et compétences recherchées

Master 2 ou diplôme d'école d'ingénieur avec de bonnes connaissances en électromagnétisme (propagation, diffusion, antennes...) et/ou en mathématiques appliquées à l'électromagnétisme (radar, optique...). Une appétence pour les applications maritimes sera fortement appréciée.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Contexte : Les pollutions en mer ont fait l'objet d'une recherche active au cours des dernières décennies, avec un accent particulier porté sur les déversements de pétrole brut (hydrocarbures). Cela fait suite notamment à la marée noire de Deepwater Horizon, plus grande marée noire marine de l'histoire, survenue en 2010 dans le Golfe du Mexique. Depuis, les données de mesures radar acquises par satellite ont permis de mieux comprendre les mécanismes physiques à l'origine des images SAR (Synthetic Aperture Radar) produites. Ces travaux ont aidé à mieux détecter et caractériser les pollutions observées en mer. Cependant, la détection des nappes de pétrole reste une tâche difficile dans certaines configurations spécifiques, notamment en cas de vent fort. Par ailleurs, la discrimination entre le pétrole brut et les « sosies » (régions de mer calme ou autres surfactants, tels que les nappes naturelles, les HNS - Hazardous and Noxious Substances, etc.) reste difficile. De plus, une fois la pollution détectée, il est important de connaître non seulement sa composition chimique, mais aussi la quantité déversée afin d'en identifier l'origine et de la stopper.

Sujet et objectifs : Dans ce contexte, avec l'utilisation croissante des signaux GNSS (Global Navigation Satellite Systems), l'un des objectifs de cette étude est d'analyser l'opportunité d'utiliser ces signaux pour mieux détecter et caractériser la pollution marine. De plus, suite à des travaux antérieurs de la littérature, une analyse polarimétrique peut être menée par des simulations numériques, en comparaison avec des mesures [1-3]. De même, l'étude du comportement fréquentiel est une stratégie prometteuse pour caractériser et quantifier les hydrocarbures déversés. Pour ce faire, un modèle hydrodynamique affiné qui prend en compte le lissage de la rugosité de la surface par la présence d'une nappe de pétrole à la surface de la mer sera utilisé.

Ainsi, le doctorant étendra la capacité des codes de calcul existants à l'ONERA et l'IETR à la configuration des signaux GNSS bistatiques et analysera leur comportement polarimétrique. Des études à plus haute fréquence seront menées pour étudier les capacités de quantification de la pollution. En fonction de l'avancement des travaux, cette étude pourra être étendue à d'autres agents de surface, ainsi qu'au cas spécifique des eaux intérieures.

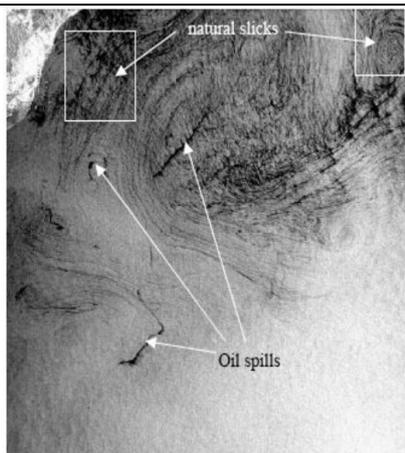


Figure 1 : Exemples de marées noires et de nappes d'hydrocarbures sur une image SAR près de Barcelone (d'après J. Redondo et A. Platonov, ECCOMAS CFD 2010)



Figure 2 : Equipes d'intervention luttant contre l'incendie sur la plateforme pétrolière Deepwater Horizon exploitée par BP dans le golfe du Mexique le 21 avril 2010. Photo : HO/AFP/Getty Images

L'organisation du travail prévu sur toute la durée de la thèse est le suivant :

- 1^{ère} année : Etude bibliographique sur les modèles électromagnétiques de diffusion par des surfaces rugueuses, en utilisant des approches asymptotiques. Des applications au domaine maritime seront étudiées afin de mieux comprendre le comportement hydrodynamique de la surface de la mer, ainsi que l'impact de la présence d'une pollution à sa surface.
- 2^{ème} année : Le comportement polarimétrique de la présence de nappes d'hydrocarbures en mer, par comparaison avec le cas d'une mer propre et avec d'autres contaminants sera étudié. Des validations avec des mesures seront effectuées. L'extension de la modélisation à la configuration bistatique sera réalisée.
- 3^{ème} année : Le cas d'autres agents de surface sera étudié plus en détail. En outre, une modélisation spécifique à plus haute fréquence sera effectuée afin d'évaluer la potentialité de quantifier les pollutions de pétrole. Au cours de cette période, le doctorant soumettra un article à une revue ; la fin de la période sera consacrée à la rédaction du manuscrit de thèse en vue de la soutenance.

Pour postuler : Il n'y a pas de contrainte de nationalité. Envoyez les documents suivants aux encadrants ci-dessous : un CV détaillé, les relevés de notes des 3 dernières années (Licence, 2 années de Master), une lettre de motivation, et une lettre de recommandation de votre encadrant de stage Master.

Pour postuler : Exclusivement via le site AMETHIS. Aucune candidature ne sera traitée en dehors de cette plateforme. Cliquer sur le lien <https://amethis.doctorat.org/amethis-client/prd/consulter/offre/1052> et sur l'icône en haut à droite.

[1] B. Minchew, C. Jones, and B. Holt, "Polarimetric Analysis of Backscatter From the Deepwater Horizon Oil Spill Using L-Band Synthetic Aperture Radar", IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 50, pp. 3812-3830, 2012.

[2] S. Skrunes, C. Brekke, T. Eltoft, and V. Kudryavtsev, "Comparing Near-Coincident C- and X-Band SAR Acquisitions of Marine Oil Spills", IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 53, pp. 1958-1975, 2015.

[3] S. Angelliaume et al., "SAR Imagery for Detecting Sea Surface Slicks: Performance Assessment of Polarization-Dependent Parameters," IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 56, no. 8, pp. 4237-4257, Aug. 2018, doi: 10.1109/TGRS.2018.2803216.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Électromagnétisme et Radar

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Romain BOUCHEUX

Tél. : 01 80 38 62 22 Email : romain.bocheux@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Christophe. BOURLIER

Laboratoire : IETR

Tél. : +33 (0) 2 40 68 32 25

Email : christophe.bourlier@univ-nantes.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>