

Proposition de sujet de thèse multidisciplinaire IETR/GÉOSCIENCES-OSUR

Titre : Système radar pour information multidimensionnelle de l'eau (projet SYRANEAU)

Laboratoires :

- Institut d'électronique et des technologies du numérique (IETR)
- Géosciences, Observatoire des sciences de l'Univers de Rennes (OSUR)

Encadrements :

- Stéphane Méric et María García-Vigueras (IETR, INSA Rennes),
- Alain Crave (OSUR, Université de Rennes)

Mots clés: Système radar, antenne, traitement du signal, capteur et suivi environnemental, gestion de l'eau

Contexte et enjeux du projet :

Le projet SYRANEAU vise un **changement profond des techniques de suivi environnemental, par l'imagerie multidimensionnelle des rivières, lacs et océans (priorité OneWater) avec des capteurs radar bas coût, précis et économes en énergie**. Aussi, l'objectif principal de cette thèse est de permettre un suivi des caractéristiques de la surface de l'eau (plans d'eau, rivières) à des échelles kilométriques afin d'établir la variabilité temporelle et spatiale des vitesses, des hauteurs, de l'agitation et de la rugosité de la surface des eaux libres, à une résolution surfacique centimétrique encore inaccessible avec les technologies satellitaires. Ces variables hydrauliques permettent de déterminer d'autres variables fondamentales pour comprendre les forçages physiques de processus chimiques et biologiques (débit, gradients de température suivant la profondeur, rugosité du fond de la rivière, contraintes mécaniques à l'origine du transport de sédiments, etc...). Outre une meilleure compréhension des processus fondamentaux environnementaux, une cartographie synchrone de ces caractéristiques serait une donnée majeure pour mieux évaluer le potentiel de diversité des habitats dans le diagnostic des rivières en termes de biodiversité dans les projets de restauration des cours d'eau.

L'atout de SYRANEAU **repose sur les connaissances de base des chercheurs de deux laboratoires de deux instituts Rennais (antennes, radars, milieux aquatiques et hydrologie [1-3])**. Ce projet apportera des performances de mesures supplémentaires pour l'analyse de surfaces d'eau (hydrologie continentale [2]) basé sur les connaissances et expériences de réalisation de systèmes radar pour le suivi environnemental (projets SWALIS, KaRADOc et HOMARDS en soutien des missions/projets SWOT, SKIM et ODYSEA). **Il est donc attendu que SYRANEAU initie durablement des collaborations fortes entre l'IETR et Géosciences Rennes sur le dimensionnement de capteurs pour le suivi environnemental, renforce significativement les expertises de l'IETR et de l'OSUR ainsi que le lien interdisciplinaire entre ces deux laboratoires**. Enfin, ce projet s'inscrit **entièrement dans les objectifs du projet national Terra Forma [4]**.

Description du sujet de thèse :

Le projet SYRANEAU propose de définir une nouvelle génération de capteur alliant des techniques antennaires innovantes à des traitements du signal radar afin d'atteindre les objectifs de suivi et de caractérisation (ponctuelle ou permanente) des surfaces d'eau. À partir des spécifications de suivi de

l'eau, le projet SYRANEAU devra définir la constitution d'un système radar pour permettre sa réalisation et fournir les données attendues pour ce suivi. Plusieurs étapes pour obtenir ces données sont envisagées :

- établir des relations entre les mesures radar (physique de la mesure) et les caractéristiques de la surface de l'eau/constitution de l'eau (experts : A. Crave)
- dimensionner un système radar par le choix de la longueur d'onde, un porteur de ce système (si porteur), de la forme d'onde en lien avec les paramètres de la mesure radar (expert : S. Méric)
- dimensionner une antenne radar dont les caractéristiques donneront lieu à des mesures physiques (balayage en azimut, diversité de polarisation) (experte : M. García-Vigueras)
- établir des relations entre les paramètres physiques de rétrodiffusion (par exemple co- et de cross-polarisation de l'onde radar) et la puissance reçue (physique de la mesure) (experts : S. Méric).

Des aspects de réalisation et de mesure sont liés à ce projet : mesures en labo et mesures in-situ (disponibles dans un périmètre proche) pour la validation des concepts qui seront développés. Il est aussi envisagé un embarquement sur drone (déjà existant à l'IETR avec autorisations CNRS disponibles).

Références :

- [1] : A. Dorlé, R. Gillard; E. Menargues; M. van der Vorst; E. de Rijk; P. Iglesias, **M. García-Vigueras**, *Circularly Polarized Leaky-Wave Antenna Based on a Dual-Mode Hollow Waveguide*, in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, pp. 6010-6015, Sept. 2021.
- [2] : Vincent Stubbe, Ophélie Fovet, Alain Crave, Anne-Julia Rollet, "*Dynamique fluviale : Flux hydriques, sédimentaires et chimiques*", Programme Sélune - Phase travaux d'arasement. Rapport bilan 2019-2021
- [3] **S. Méric** et al., *SWALIS/KaRADOc: an airplane experiment platform developed for physics measurement in Ka band. Application to SWOT and SKIM mission preparations*, In proceedings of Advanced RF Sensors and Remote Sensing (ARSI'19 & KEO'19), ESA/ESTEC, 11-13 November 2019, Noordwijk, The Netherlands.
- [4] <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/terra-forma-un-nouveau-paradigme-pour-lobserver-les-territoires>

Pré-requis : diplôme d'ingénieur ou M2 dans le domaine de l'électronique, des antennes et du traitement du signal

Début et durée de la thèse : octobre 2024 pour une durée de 3 ans

Dossier de candidature

- CV, lettre de motivation
- Résultats universitaires à partir du baccalauréat (L1, L2, L3, M1 et M2 ou niveaux équivalents)
- Lettres de recommandation (si possible)

Contacts : stephane.meric@insa-rennes.fr, maria.garcia-vigueras@insa-rennes.fr, alain.crave@univ-rennes.fr