

Mise en oeuvre d'une plateforme de mesure aéroportée pour la préparation de la mission altimétrique spatiale EU/US SWOT (projet SWALIS)

Proposition de thèse de doctorat

1 Contexte

La télédétection spatiale utilisant des radars microondes a de nombreuses applications dans les domaines scientifiques, commerciaux et stratégiques. Ces radars fournissent, entre autres, des données de radiométrie, de distance et de vitesse. L'exploitation de ces données exige une bonne connaissance de la physique de la mesure pour la conversion des paramètres de mesures en produits pour l'application concernée. Pour l'étude de thèse proposée, on s'intéressera plus particulièrement au cas de l'hydrologie qui utilise des observations à faible incidence (proche du nadir).

L'équipe SAR & Hyperspectral multi-modal Imaging and sigNal processing, Electromagnetic modeling (SHINE) de l'institut d'électronique et de télécommunications de Rennes (IETR) finalise actuellement la réalisation d'un capteur radar (du programme SWALIS pour *Still Water Low Incidence Scattering*) qui est embarqué sur la Plateforme d'Ingénierie Multimodale Aéroportée (PIMA) qui est une plateforme labélisée « Plateforme de Recherche de l'Université de Rennes 1 » (<https://www.ietr.fr/pima/index.html>). Plusieurs aspects sont développés : un aspect antennaire dont les contraintes sont liées à un encombrement limité et une ouverture restreinte, un aspect stabilisation afin de garder l'antenne stable pendant la mesure radar et un aspect instrumentation devant assurer la transmission d'une forme d'onde et la réception du signal réfléchi avec la résolution temporelle la plus fine. L'ensemble de ces contraintes est dimensionné à partir des données provenant d'une configuration satellitaire afin que l'expérimentation aéroportée puisse être exploitable pour le dimensionnement d'une mission spatiale.

Le centre national d'études spatiales (CNES) participe très activement au programme *Surface Water Ocean Topography* (SWOT, programme Europe-Etats Unis d'Amérique) et souhaite alimenter les simulateurs et analyses de performances en données les plus représentatives des terrains d'expérimentation. Il est donc nécessaire de pouvoir associer aux mesures radar des données précises des paramètres physiques des zones illuminées dans des conditions d'observation similaires à celles de l'instrument spatial. En particulier, les prochaines études ciblent des milieux hydrologiques présentant une grande diversité (par exemple détection d'eau dans des milieux partiellement couverts) et des conditions d'observation spécifiques (par exemple, nadir et faibles incidences). Les zones visées par cette thèse sont dites « zones humides » et sont actuellement réputées pour jouer un rôle fondamental dans les processus de réchauffement climatique. En outre, le développement d'un capteur comme SWALIS et les opportunités que celui-ci laisse entrevoir, permettent d'indiquer que les modes d'acquisition (configuration aéroportée) qui seront développés dans cette thèse et les mesures alors attendues seront uniques.

2 Travail de thèse

Le travail de thèse se divise en 2 grandes parties : partie traitement et partie acquisition dont le but final est de fournir des informations de rétrodiffusion pour les modèles de simulation et permettant de recalibrer les données SWOT.

2.1 Partie traitement

La première étape doit permettre de maîtriser le capteur SWALIS et d'être capable de choisir les modes de fonctionnement pour la partie mesures.

1. Le capteur SWALIS est dimensionné pour effectuer des opérations de radiométrie afin de mesurer les valeurs de rétrodiffusion des zones éclairées sous plusieurs angles d'incidence. Le travail consiste alors à dimensionner le système radar (choix des paramètres de vol, des fréquences, des puissances, des paramètres d'acquisition) afin de retrouver les grandeurs. Le doctorant doit identifier les limitations de fonctionnement inhérentes à un système aéroporté tant d'un point de vue système (par exemple importance de

l'échantillonnage temporel) que d'un point de vue physique de la mesure (par exemple notion de cohérence de surface). Il devra relier ces limitations aux conditions d'obtention des données fournies en entrée des simulateurs et proposer des protocoles permettant de prendre en compte ces limitations par rapport à la simulation (par exemple protocole d'étalonnage de données lié aux contraintes matérielles).

2. Le capteur SWALIS doit servir de capteur altimétrique pour des zones en milieu pénétrant (marécage ou culture par exemple) afin de distinguer plusieurs niveaux de détection. Toutefois, l'échantillonnage temporel de SWALIS ne permet pas la performance altimétrique à atteindre. Aussi, un mode écartométrique est envisagé pour distinguer le maximum de rétrodiffusion et obtenir cette performance altimétrique. Le doctorant doit donc établir les modes et valeurs de fonctionnement de l'écartométrie (dépointage entre autres) afin d'améliorer la performance altimétrique de SWALIS pour différents niveaux de pénétration.
3. Afin d'étendre les capacités de traitement de SWALIS, une partie de la thèse sera dédiée à l'extension interférométrique de SWALIS afin de se rapprocher le plus possible de la configuration SWOT.

2.2 Partie mesures

Lorsque le capteur SWALIS est totalement dimensionné et maîtrisé, des campagnes de mesures auront lieu. Le travail de thèse revient à effectuer une analyse des mesures effectuées sur plusieurs types de zones.

1. Eaux continentales : analyse des conditions d'apparition de « dark water » et effets d'inhomogénéité de surface (eau/berges). Le travail préliminaire consistera à choisir de surfaces d'eau mettant en avant ou non des phénomènes de repliement radar (*layover*). Les conditions de vol seront aussi à choisir (matin, après-midi, météo, sens du vol) afin d'enrichir les modèles statistiques (et destinés à la simulation).
2. Berges et zones de transition : analyse fine des zones de transition entre eau et berges. Les types de berges choisies devront être les plus variées possible pour alimenter les modèles de simulation.
3. Zones non homogènes : analyse des conditions d'identification d'apparition de l'eau sur des zones pour lesquelles le cycle « sec-inondé » est connu. Cette analyse se basera à la fois sur la sensibilité de mesure radiométrique du capteur SWALIS et des performances altimétriques via le mode écartométrique caractérisé précédemment.

Si ce type de mesures a toujours présenté un intérêt majeur en terme de télédétection [1], la proposition de thèse propose ici un développement original autour d'un capteur aéroporté souple d'utilisation avec de nombreuses potentialités de développement et de recherche.

3 Environnement de la thèse

Niveau requis Être titulaire d'un MASTER 2 (ou équivalent)

Connaissances requises Electronique, systèmes radar, traitement du signal radar, interaction onde-matière, surface équivalente radar, expérimentations aéroportées.

Lieu Ce travail aura lieu dans le laboratoire de l'IETR (site de l'INSA), campus de Beaulieu, Rennes

Durée 3 ans à partir du mois d'octobre 2018.

Contacts Les étudiants intéressés par le sujet doivent envoyer

1. CV mettant en avant une bonne connaissance des domaines qui seront abordés durant le travail de thèse
2. lettre de motivation
3. bulletins de notes (au moins de l'année d'équivalence M1 et au mieux M2)
4. lettres ou références de recommandation.

à

Courriel stephane.meric@insa-rennes.fr
eric.pottier@univ-rennes1.fr
Tel. (0)2 23 23 87 28
(0)2 23 23 57 63

Références

- [1] F. T. Ulaby, C. T. Allen, and A. K. Fung, "Method for Retrieving the True Backscattering Coefficient from Measurements with a Real Antenna," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. GE-21, no. 3, pp. 308–313, July 1983.