

Proposition de Sujet de thèse 2012

Nom du laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera la thèse :
LEGOS UMR 5566

Titre du sujet proposé :

Extraction de hauteurs d'eau géolocalisées par interférométrie radar dans le cas de KaRIn/SWOT

Spécialités de l'école doctorale : (cocher **une seule** spécialité sans la modifier)

- Astrophysique, Sciences de l'Espace, Planétologie
- Climat, Océan, Atmosphère, Surfaces Continentales**
- Ecologie Fonctionnelle
- Hydrologie, Hydrochimie, Sol, Environnement
- Sciences de la Terre et des Planètes solides

Nom et statut (PR, DR, MCf, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (**préciser si HDR**) :

Didier Massonnet, CNES (DR, HDR)
Denis Blumstein, LEGOS
Roger Fjørtoft, CNES (DR)

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

05 61 27 34 18, didier.massonnet@cnes.fr
05 61 33 30 44, denis.blumstein@legos.obs-mip.fr
05 61 28 31 20, roger.fjortoft@cnes.fr

Résumé du sujet de la thèse (le descriptif ne doit pas dépasser une page recto/verso)

La mission SWOT (Surface Water and Ocean Topography), préparée conjointement par la NASA/JPL et le CNES en vue d'un lancement à l'horizon 2019, représente un tournant dans l'histoire de l'altimétrie spatiale, avec le passage de altimétrie nadir (sondage radar 1D) à l'altimétrie à fauchée (imagerie SAR interférométrique haute résolution), ce qui permet d'étendre les applications à des plus fines échelles en océanographie (mode LR), ainsi qu'à l'hydrologie continentale (mode HR).

L'instrument principal KaRIn (Ka-band Radar Interferometer) se distingue des systèmes interférométriques spatiaux comme SRTM et TanDEM-X notamment par une longueur d'onde plus courte (8.6mm), une distance entre les deux antennes de 10m seulement, et une visée beaucoup plus proche du nadir ($1-4^\circ$), ce qui implique un certain nombre de particularités au niveau des données. On vise également une précision altimétrique nettement supérieure (centimétrique ou décimétrique au lieu de métrique ou décamétrique). Enfin, SWOT s'intéresse principalement aux surfaces d'eau, alors que SRTM et TanDEM-X ont été conçus pour l'extraction de modèles numériques de terrain (MNT) de surfaces terrestres.

La stratégie de traitement proposée pour SWOT est également originale, avec un traitement SAR simplifié réalisé à bord pour le mode LR, et plus généralement une façon de transformer la phase interférométrique (différence de phase entre les signaux reçus par les deux antennes) en hauteur qui diffère des missions précédentes. Pour SRTM (campagne de mesure à bord de la navette spatiale américaine en 2000) et TanDEM-X (mission allemande en cours), l'extraction de MNT à partir de la phase interférométrique se fait par « déroulement de franges », en travaillant en relatif sur les différences de phase d'un pixel à l'autre, à partir de points de référence dont les hauteurs sont connues de façon très précise.

Dans le cas de SWOT, on vise à mesurer la hauteur des surfaces d'eau pendant plusieurs années, avec une orbite qui se répète tous les 22 jours. Comme le niveau d'eau varie (variations saisonnières pour les surfaces d'eau continentales, marées et houle pour les océans), il devient plus difficile de disposer de points de référence suffisamment précis. Pour les surfaces d'eau continentales, le déroulement de

ED 173 - SDU2E

franges à partir de points d'appuis terrestres pourrait se heurter à des problèmes de discontinuité, du fait des pertes de cohérence (phase très bruitée) causées notamment par la présence de végétation. L'approche proposée pour SWOT consiste à s'appuyer sur une surface de référence qui n'a pas besoin d'être aussi précise que des points d'appuis traditionnels (niveau moyen de la mer pour les océans, MNT existant pour les continents) afin de pouvoir traduire la phase interférométrique en hauteur sans recourir à un déroulement de franges conventionnel.

Les hauteurs de surfaces d'eau extraites doivent être géolocalisées (latitude, longitude) pour être exploitables. Le radar étant un dispositif de mesure de distance, il y a une ambiguïté fondamentale entre position horizontale et hauteur verticale qu'il faudra gérer afin d'aboutir à des hauteurs précisément géolocalisées. Il faut également tenir compte des effets perturbateurs comme le roulis plateforme et le retard troposphérique et des méthodes mises en œuvre pour réduire ces défauts.

Notons enfin qu'une géolocalisation préliminaire doit être réalisée avant l'extraction de hauteurs, afin de pouvoir projeter des données a priori (masque d'eau de référence, MNT) dans la géométrie image pour guider la détection automatique des surfaces d'eau continentales en mode HR. Des avancées considérables en termes de géolocalisation ont été réalisées ces dernières années. A titre d'exemple, les données TerraSAR-X (et TanDEM-X) sont géolocalisées automatiquement avec une précision sub-métrique.

Cette thèse s'inscrit dans le travail de prototypage des chaînes de traitement de données KaRIn/SWOT qui sera réalisé au CNES dans les années à venir, mais elle se focalisera sur la géolocalisation et l'extraction de hauteurs, en analysant les approches existantes et en en proposant des améliorations et des adaptations. Le travail s'appuiera sur des données simulées et des données aéroportées fournies par le projet SWOT.