

STAGE DE RECHERCHE de MASTER 2^{ème} ANNEE

Master « Océan, Atmosphère, Climat, Observations Spatiales »

Année Universitaire 2017-2018

LABORATOIRE : LERMA / Observatoire de Paris

TITRE DU SUJET DE STAGE : Hydrologie continentale par observation satellite – Application à la mission SWOT

COORDONNEES DU RESPONSABLE :

Nom – Prénom : AIRES Filipe & Catherine Prigent

Grade: DR

Adresse: LERMA, Observatoire de Paris, 77 av. Denfert-Rochereau, 75014 Paris

Téléphone : 01 40 51 20 18

E-mail : filipe.aires@obspm.fr

Téléphone du secrétariat : 01 40 51 20 66

Fax : 01 40 51 20 02

NATURE DU SUJET :

Théorie *Pas du tout*

Modélisation num. ***Beaucoup***

Expérimentation *Pas du tout*

Analyse de données ***Beaucoup***

Instrumentation *Un peu*

POURSUITE :

Ce stage peut-il donner lieu à un sujet de thèse ? *Oui. Ce sujet a été classé numéro 1 sur la liste du CNES qui a accepté de co-financer la bourse de thèse.*

SUJET : L'hydrologie continentale par mesure satellite est primordiale pour ses applications sociétales ou pour l'analyse scientifique du cycle de l'eau. Ainsi, la gestion des ressources en eau douce est une priorité, en particulier dans un contexte d'accroissement de la population. Il faut également observer et prédire les événements extrêmes tels que sécheresses ou inondations dans le but de limiter l'effet de ces catastrophes. Les échanges d'eau douce sont également une composante importante qu'il nous faut mieux connaître car ils conditionnent les interactions terre/océan et terre/atmosphère. De plus, le rôle des rivières, zones inondées et lacs a des impacts sur le transport des nutriments, sur les cycles biogéochimiques, sur les mécanismes d'échange de gaz importants tels que le méthane, ou sur l'accélération du cycle de l'eau. Des réseaux d'observation *in situ* existent mais ils sont largement insuffisants pour couvrir les besoins à l'échelle globale. L'utilisation conjointe de données *in situ* et des données satellites est donc à privilégier.

C'est dans ce contexte que la mission SWOT (Surface Water and Ocean Topography) a été conçue par les agences spatiales française (CNES) et américaine (NASA), avec un lancement en 2021. Grâce à son radar interférométrique large fauché dénommé Karin, SWOT sera capable de réaliser des mesures le long d'une fauchée large de 120km. L'objectif est d'accéder aux champs spatialisés des niveaux d'eau des fleuves de largeur supérieure à 100m ainsi que des lacs et zones d'inondation de surface supérieure à

250m×250m avec une précision décimétrique, et de quantifier les pentes avec une précision de l'ordre de 1.7cm/km. SWOT permettra ainsi d'améliorer notre connaissance des variations temporelles de stock d'eau dans les lacs, réservoirs et zones humides et d'estimer les débits fluviaux.

Le but de ce stage est d'exploiter au mieux les données ou bases de données satellites actuelles pour analyser l'hydrologie continentale à l'échelle du globe. Ce travail nous permettra de mieux nous préparer à l'arrivée des données SWOT qui sera une véritable révolution pour l'hydrologie continentale. Diverses sources d'information sont d'ores et déjà disponibles : masque d'eau en global issu par exemple des observations Landsat, Modèle Numérique de Terrain (MNT) globaux à des résolutions spatiales proches de SWOT, réseaux de données *in situ* pour calibrer les modèles ou faire de la validation. En particulier, une climatologie des zones inondées à basse résolution 0.25°×0.25°, GIEMS (Global Inundation Estimates from Multi-Satellites), a été développée (Prigent *et al.*, 2001, 2007, 2012 ; Papa *et al.*, 2010), à l'échelle du globe et sur 15 ans (bientôt étendue jusqu'au présent), en combinant des observations satellites de natures différentes (visible, proche infrarouge, microondes passives et actives). Par la suite, nous avons développé GIEMS-D3 qui est un « downscaling » de GIEMS à la résolution de 90m (Aires *et al.* 2016). Cette climatologie longue et globale est proche de ce que pourra apporter SWOT ; elle pourra de plus être utilisée pour étendre, dans le passé, les résultats de SWOT.

On se focalisera dans un premier temps sur 2 bassins parmi les plus importants à l'échelle terrestre et qui se distinguent par leur complexité : l'Amazonie et le Gange-Brahmapoutre. Les techniques développées sur ces deux bassins seront complètement générales pour pouvoir être extrapolables, dans le futur, à l'échelle globale. Dans un premier temps, nous validerons les masques d'eau de GIEMS-D3 grâce à d'autres observations satellites indépendantes. En particulier, nous utiliserons du SAR issue de ENVISAT ou Sentinel-1 (Santoro *et al.* 2015), ainsi que du VIS/IR issue de MODIS ou Landsat (Yamasaki *et al.* 2015 ; Pekel *et al.* 2014). Ces bases de données sont essentiellement des masques d'eau libre (« open water ») car ces observations sont trop sensibles à la présence de végétation. L'avantage de GIEMS-D3 est d'être moins sensible à la végétation et de fournir ainsi, en plus du masque d'eau libre, une estimation des zones inondées. On combinera alors GIEMS-D3 avec un MNT (e.g. SRTM/Hydroshed) (Lehner *et al.* 2006 , 2013) pour estimer les élévations d'eau, la largeur des rivières, ainsi que les changements de volumes d'eau stockés (Papa *et al.*, 2015). Ces estimations seront confrontées à des observations indépendantes (élévations issues de l'altimétrie ou mesures *in situ*, largeurs de rivières de bases de données satellites, variation de volumes d'eau de GRACE, *etc.*).

Ce stage devrait se poursuivre en thèse. Ce sujet a été classé numéro 1 sur la liste du CNES qui a accepté de co-financer la bourse de thèse.

References :

- Aires, F., L. Miolane, C. Prigent, E. Fluet-Chouinard, B. Lehner, and F. Papa, A global, long-term and high spatial resolution inundation extent database, *J. Hydrology*, in review, 2016.
- Prigent, C., F. Papa, F. Aires, W. Rossow, and E. Matthews, 2007: Global inundation dynamics inferred from multiple satellite observations, 1993–2000. *J. Geophys. Res.*, 112, D12107, doi:10.1029/2006JD007847.

- Prigent, C., F. Papa, F. Aires, C. Jimenez, W.B. Rossow, E. Matthews, Changes in land surface water dynamics since the 1990s and relation to population pressure *Geophys. Res. Lett.*, 39, L08403, 5 pp., DOI: 10.1029/2012GL051276, 2012.
- Aires, F., F. Papa, and C. Prigent, 2013: A long-term, high-resolution wetland dataset over the Amazon basin, downscaled from a multiwavelength retrieval using SAR data. *J. Hydrometeor.*, 14, 594–607, doi:10.1175/JHM-D-12-093.1.
- Fluet-Chouinard, E., B. Lehner, L.-M. Rebelo, F. Papa, S. K. Hamilton, Development of a global inundation map at high spatial resolution from topographic downscaling of coarse-scale remote sensing data, *Remote Sensing of the Environment*, In Press, 2014.