

ECOLA-1 : SWOT : observations des océans

R. MORROW (PI, Project Scientist Ocean pour le CNES)

Objectifs : La mission Surface Water Ocean Topography (SWOT) est le premier altimètre SAR-interférométrique globale. SWOT sera lancé en 2021, avec l'objectif d'observer la topographie des océans et des niveaux des eaux terrestres à très fine échelle

SWOT va observer la circulation océanique en 2D à méso et sub-méso-échelle, fournissant ainsi les échelles de niveau de la mer manquant entre 15 et 200 km pour les études océaniques et côtières et du climat. (Résolution de 15 km de longueur d'onde = diamètre de tourbillons de 7,5 km)

La mission est également conçue pour observer les marées internes et les marées côtières et de haute latitude, et ainsi l'interaction de la marée avec la circulation océanique

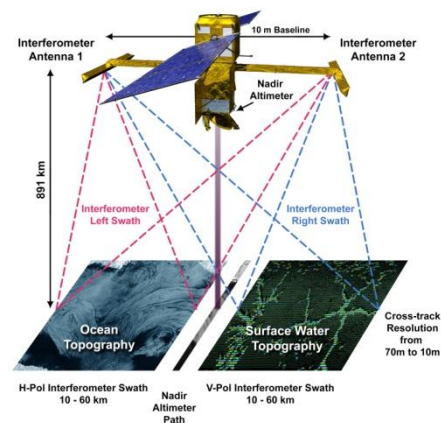
La préparation de SWOT est une activité clé pour le LEGOS, avec plusieurs projets impliqués ainsi que l'implication du Project Scientist Océan pour le CNES.

Enjeux scientifiques et sociétaux

Actuellement, on comprend mal la circulation à petite échelle, où la plus grande partie de l'énergie liée aux mouvements de l'océan est stockée et puis transférée vers les échelles de dissipation. La modélisation nous montre que la circulation à des fines échelles est responsable d'une moitié du transport de chaleur et du carbone de l'océan superficiel aux couches plus profondes. Ce mouvement océanique vers le bas a permis d'atténuer la hausse de la température atmosphérique dans le monde depuis des décennies en absorbant et en stockant la chaleur et le carbone en profondeur. Les mesures globales SWOT des fines échelles océaniques aideront non seulement à améliorer les modèles de prévision de l'océan et du climat, mais elles fourniront également de nouveaux détails sur le transport par ces courants des éléments nutritifs, qui alimentent l'ensemble du réseau trophique marin. Les observations SWOT seront à plus fine échelle et avec moins de bruit que l'altimétrie conventionnelle, permettant de nouvelles observations de ces processus à fine échelle autour des fronts océaniques, les régions côtières, dans les estuaires, ou près de la glace. Les observations conjointes de la cascade d'énergie turbulente et les ondes internes de la marée sont aussi importantes pour le bilan énergétique de l'océan, ainsi que pour le mélange et la dissipation des océans.

Approche

En préparation du lancement du SWOT, les équipes du LEGOS ont approfondi des analyses spectrales globale à fine échelle en 1D utilisant les données altimétriques alongtrack ; confronté ces résultats avec la modélisation réaliste, avec et sans la marée ; travaillé sur l'observabilité de processus côtiers et dans les estuaires grâce aux simulateurs scientifiques SWOT, ainsi que la reconstruction de la cartographie du niveau de la mer en 2D ; et développé les techniques d'assimilation de futures données SWOT.



Résultats majeurs

Les analyses spectrales globales en nombre d'ondes ont été reprises avec des missions altimétriques récentes (Jason, Saral, Sentinel-3A) et une nouvelle méthodologie pour mieux respecter les échelles dynamiques locales. A moyenne latitude, les pentes spectrales sont plus fortes en été qu'en hiver, en accord avec la modélisation récente (Vergara et al., 2018).

Les analyses altimétriques ont révélé l'impact important des ondes internes dans les tropiques. Un travail de modélisation, avec et sans la marée, a pu montrer que la marée interne est responsable de la hausse d'énergie et du niveau de la mer dans les tropiques aux échelles < 200 km, et seulement une moitié est prévisible (ondes cohérentes) (Tchilibou et al., 2018).

Des études de reconstruction des cartes 2D avec un modèle QG simple ont été testées dans la mer Méditerranée. Une 1^{ère} étude a été consacrée à une interpolation temporelle de données à fine échelle sur une période de 10 jours, similaire à l'échantillonnage SWOT. Les résultats ont montré une bonne amélioration dans les courants moyennement énergétiques en Méditerranée, et surtout en hiver (Rogé et al., 2017). La 2^{ème} étude a appliqué la technique avec les données alongtrack réalistes, avec une amélioration de 10% par rapport aux cartes AVISO régionales.

Prospectives :

Le travail sur l'observabilité de processus océaniques et côtiers avec SWOT continuera au cours des prochaines années, avant et après le lancement de SWOT en Septembre 2021. Surtout, la prise en compte des processus à haute fréquence (comme la marée) sur le niveau de la mer sera fondamentale pour la bonne exploitation de ces mesures. Un travail important sera de préparer la validation de ces mesures à fine échelle et à haute fréquence avec les observations in-situ, pendant la phase de l'orbite de 1 jour au début de 2022, et puis dans la phase nominale (orbite à 21 jours de mars 2022 à 2025).

Indicateurs: depuis 2015 : 16 articles, 4 thèses, 3 PostDocs/CDDs

Site web: swot.jpl.nasa.gov

Partenariat et financements

SWOT est un partenariat international entre le CNES, le NASA et les Agences Spatiales de l'UK et Canada

La valorisation scientifique de SWOT LEGOS est financée par le TOSCA, le projet SWOT, les bourses Région/CNES.

Publications récentes :

Dufau, C., **M. Orszynowicz**, G. Dibarboure, **R. Morrow** (2016), P.Y. Le Traon. Mesoscale Resolution Capability of altimetry: present & future. *J. Geophys. Res. Oceans*, 121, 4910–4927, doi:[10.1002/2015JC010904](https://doi.org/10.1002/2015JC010904).

Morrow R., A Carret, F Birol, F Nino, G Valladeau, F Boy, C Bachelier, B Zakardjian (2017). Observability of fine-scale ocean dynamics in the Northwest Mediterranean Sea. *Ocean Sciences* 13, 13-29. Doi:10.5194/os-13-13-2017

Rogé, M., Morrow R, Ubelmann C and Dibarboure G (2017). Using a dynamical advection to reconstruct a part of the SSH evolution in the context of SWOT, application to the Mediterranean Sea. *Ocean Dynamics* (2017). Doi: 10.1007/s10236-017-1073-0.

Tchilibou, M., Gourdeau, L., Morrow, R., Serazin, G., Djath, B., and **Lyard, F.**: Spectral signatures of the tropical Pacific dynamics from model and altimetry: A focus on the meso/submesoscale range, *Ocean Sci. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/os-2018-49>, 2018.

Morrow, R., L-L Fu, T. Farrar, H. Seo, P-Y Le Traon (2018). Ocean eddies and mesoscale variability. In "Satellite altimetry over oceans and land surfaces", ed. D. Stammer and A. Cazenave. CRC Press, Taylor and Francis.

Morrow, R. D. Blumstein, G. Dibarboure (2018). Fine-scale altimetry and the future SWOT mission. In "New Frontiers in Operational Oceanography" GODAE Ocean View International School Special edition

Vergara, O., R Morrow, M.I. Pujol, G Dibarboure, C Ubelmann. Revised global wavenumber spectra from recent altimeter observations. *J. Geophys. Res.* (soumis)