



université PARIS-SACLAY

## **SUMOS : SURFACE MEASUREMENTS FOR OCEANOGRAPHIC SATELLITES**

En appui à la validation des observations du satellite CFOSAT (China France Oceanography Satellite), lancé fin 2018, la campagne SUMOS a été organisée en février et mars 2021 avec le soutien du CNES et la participation de plusieurs équipes de recherche (du CNRS, de Météo-France, et de l'Ifremer).

CFOSAT est la première mission spatiale entièrement dédiée à la mesure conjointe du vent et des vagues à la surface de tous les océans, et repose sur des concepts instrumentaux nouveaux, avec le radar SWIM (Surface Wave Investigation and Monitoring) pour la mesure des propriétés spectrales des vagues, et le diffusiomètre radar CSCAT pour la mesure du vent, les deux instruments fonctionnant en bande Ku (fréquence d'émission autour de 13.5 GHz).

La campagne SUMOS a été réalisée dans le Golfe de Gascogne en février - mars 2021 dans le but de rassembler, in situ et par télédétection, un ensemble d'observations colocalisées du vent, des vagues et de paramètres associés (flux turbulents). L'exploitation des données recueillies permettra de poursuivre l'amélioration des méthodes d'inversion des données de la mission CFOSAT, de mieux identifier les performances et limites des paramètres fournis par CFOSAT, et de contribuer aux objectifs de la mission avec des études sur l'hydrodynamique des vagues et les relations vent/vagues/flux en conditions de forts états de mer. La campagne a de plus été mise à profit pour acquérir des données de diffusiométrie radar Doppler via le radar KaRADOC en bande Ka (fréquence d'émission autour de 35 GHz) développé dans le cadre du projet SKIM (Sea surface kinematics multiscale monitoring), pour étayer des concepts de missions satellites futures exploitant cette technique.

La coordination scientifique de la campagne était assurée par Peter Sutherland (LOPS) et Danièle Hauser (LATMOS), avec un soutien important du CNES. Initialement prévue en avril 2020, cette campagne a dû être reportée à février-mars 2021 en raison de la crise sanitaire Covid.

Pendant SUMOS, deux plateformes nationales ont été déployées dans et au-dessus du Golfe de Gascogne: l'avion de recherche ATR42 F-HMTO exploité par l'UMS SAFIRE (Météo-France/CNRS/CNES) et le navire de recherche l'Atalante de la Flotte Océanographique Française, exploité par Genavir.

A partir de ces moyens, des acquisitions ont été réalisées en coordination avec les passages de CFOSAT au-dessus du Golfe de Gascogne.

[Le plan d'opération comprenait :](#)

---

- » des mesures in situ des vagues (spectres directionnels), du vent, des flux turbulents, effectuées à partir de bouées dérivantes déployées par le navire L'Atalante,
- » des mesures à bord du navire lui-même, avec notamment un radar imageur à bord du navire, opéré par le Helmholtz-Zentrum Geesthacht (Allemagne), donnant accès au spectre directionnel des vagues et au courant de surface, ainsi que des mesures par camera stéréo-video et en imagerie polarimétrique, conduites par le LOPS, pour la mesure des propriétés des vagues et du déferlement,
- » des mesures au moyen du radar KuROS, développé et opéré par le LATMOS, monté à bord de l'avion de recherche ATR-42, pour fournir des spectres directionnels des vagues et des informations sur le vent de surface et la section radar de rétrodiffusion,
- » des mesures à partir du radar KaRADOC, développé et opéré par l'IETR, lui aussi monté à bord de l'avion de recherche ATR-42, plus spécifiquement pour l'étude des concepts de mesures du courant de surface par radar Doppler, tels que celui proposé dans le projet SKIM (Surface Kinematics Investigation and Monitoring) proposé par le LOPS.

Au total, entre le 15 février et le 4 mars 2021, 17 vols de l'avion ATR42 ont été réalisés de manière coordonnée avec les mesures in situ dont 13 pour des mesures coordonnées avec les passages CFOSAT et 4 pour des mesures en appui aux concepts de mesures de courant de surface par radar. Chaque vol a permis d'acquérir entre 3 et 4 heures de données sur de grandes distances à travers le Golfe de Gascogne. Le navire quant à lui était mobilisé pour cette campagne du 10 février au 9 mars et s'est positionné en différents points au cours du temps en fonction des passages du satellite et des contraintes de mise à l'eau et de récupération des bouées dérivantes.

Le bilan est extrêmement positif, avec une moisson de mesures originales et de très bonne qualité, des observations complémentaires les unes des autres, et des situations météorologiques variées et appropriées aux objectifs annoncés.

Le travail d'analyse peut désormais commencer.



Poste de commande/contrôle du radar Kuros du Latmos à bord de l'avion ATR42 de Safire  
*Image Safire*



A droite : poste de commande/contrôle du radar Kuros du Latmos à bord de l'avion ATR42 de Safire ; à gauche poste de suivi des opérations en vol  
*Image Safire*

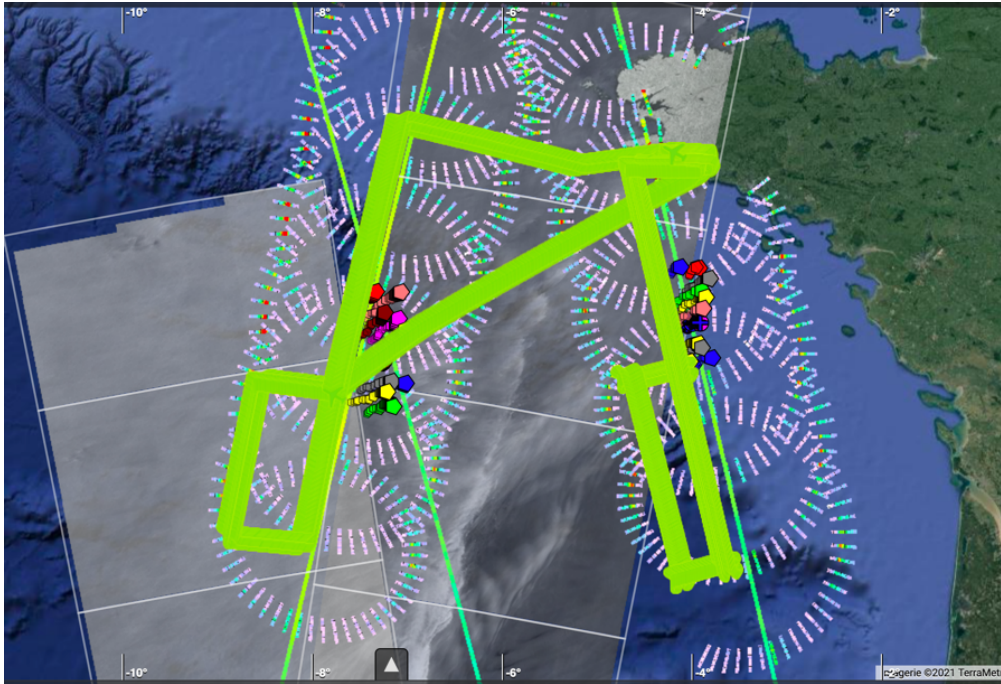


Avion ATR42 F-HMTO opéré par Safire, ici sur au parking de l'aéroport de Quimper  
*Image Safire*



Mise à l'eau depuis le navire L'Atalante d'une bouée « FLAME » (mesures des flux turbulents de surface).

*Photo M.-N. Bouin (Météo-France / CNRM, chercheuse associée au LOPS).*



Exemple d'échantillonnage coordonné (le 16 février 2021) par l'avion ATR-42 (trait gras vert), le satellite CFOSAT et son radar SWIM (traces au sol vertes alignées avec celles de l'ATR-42 et segments de couloirs en cycloïdes), et des bouées dérivantes (pentagones de couleur).

*Image OceanDataLab.*

Le navire Atalante (non représenté) a effectué des mesures en station au voisinage des 2 zones de déploiement des bouées. Deux images du radar à ouverture synthétique (SAR) du satellite ESA Sentinel 1 sont également superposées (en grisé).