



Stage Master 2

Cartographie des densités d'embarcations dans l'océan Indien par imagerie satellite SAR Sentinel 1

Nom des structures impliquées : IRD, UMR Espace-Dev (<https://www.espace-dev.fr/>); Université de Montpellier, UMR MARBEC (<https://umr-marbec.fr/>); La TeleScop (<https://www.latelescop.fr/>)

Affectation structurelle et géographique : UMR Espace-Dev, Montpellier, Maison de la Télédétection

Durée : 6 mois maximum à partir de mars 2025

Contacts : Thibault Catry (thibault.catry@ird.fr), Vincent Delbar (recrutement@latelescop.fr)

Contexte

La mesure et la surveillance de l'activité humaine en mer est un sujet d'intérêt majeur et croissant, que ce soit dans le domaine de la sécurité, du trafic maritime, de la pollution marine, de la gestion de l'espace, du suivi des pêcheries, de la pêche illégale, ou du contrôle des frontières. Conformément à plusieurs réglementations mondiales, régionales et nationales, certaines catégories de navires doivent être équipées de transpondeurs GPS embarqués qui transmettent la position des navires en temps quasi-réel. Ce sont par exemple les systèmes d'identification automatique (AIS), le Vessel Monitoring System (VMS) utilisé en gestion des pêches et les systèmes d'identification et de suivi des navires à grande distance (LRIT). Si ces méthodes permettent d'avoir une bonne connaissance de l'activité d'une partie des navires, la plupart des embarcations de plus petite taille (<30 m), notamment de pêche artisanale ou de plaisance, n'ont pas besoin d'être équipées d'un AIS/VMS/LRIT et ne sont donc pas toujours suivies dans le cadre de plans de gestion. De plus, certains navires de pêche qui opèrent illégalement sont connus pour débrancher temporairement leurs transpondeurs, voire utiliser des technologies qui falsifient leurs positions. Par conséquent, il est généralement impossible pour des acteurs gérant le territoire d'avoir une connaissance complète de l'occupation du domaine maritime, résultant en divers problèmes de gestion. Une alternative aux suivis GPS permettant la surveillance du milieu maritime est la télédétection satellitaire.

Les capteurs satellitaires permettent d'observer l'espace maritime de l'espace, régulièrement et souvent gratuitement partout sur le globe. Parmi les capteurs utilisés, l'imagerie radar est particulièrement efficace pour la détection de navires. Depuis 2014, les images radar SAR Sentinel 1 sont fournies librement dans le cadre du programme Copernicus de l'UE pour l'observation de la Terre. Ces images sont collectées tous les 5 jours partout dans le monde à une résolution spatiale de 10m et ont l'avantage, par rapport à l'imagerie optique, de ne pas être impactées par le couvert nuageux. Si de nombreux travaux ont été réalisés sur la détection des

grands navires à partir de données satellitaires optiques ou SAR (Synthetic Aperture RADAR ou RADAR à Synthèse d'ouverture), la détection de petites embarcations côtières est encore peu développée alors que les enjeux sont très importants, notamment en Occitanie où de multiples pressions (pêche, tourisme) s'exercent sur l'espace maritime malgré les mises sous protection (réserves marines) et dans les pays tropicaux où peu de navires sont équipés d'AIS.

Le projet DECOSAR (Détection d'Embarcations CÔtières par imagerie SAR) couple l'expertise de (i) l'entreprise La TeleScop, un acteur régional spécialisé dans l'accès et l'usage des données d'observation de la Terre et (ii) les compétences en recherche des laboratoires ESPACE-DEV et MARBEC dans l'analyse spatiale et la modélisation des relations société-environnement. Cette collaboration a permis de mettre en place et valider une méthode opérationnelle (scripts python) de détection des embarcations côtières à partir d'images SAR et de différents algorithmes sélectionnés dans le projet :

- **SUMO**: <https://github.com/ec-europa/sumo> (Greidanus et al., 2017)
- **Yolov8**: <https://github.com/ultralytics/ultralytics> (Jocher et al., 2023)
- **FASC-Net** : https://github.com/jack8zhou/FASC_Net (Yu et al., 2022)
- **LFG-Net**: <https://github.com/Evarray/LFG-Net> (Wei et al., 2022)

Objectif principal du stage :

Dans ce stage, nous chercherons à tester la méthode développée dans le projet sur des zones situées dans l'océan Indien, où des aires marines protégées sont implantées, avec des enjeux importants de fréquentation et de conservation de la biodiversité marine. La finalité sera de produire des cartes de densité d'embarcations à partir des séries temporelles Sentinel 1, à des pas de temps variables qui seront définis en concertation au cours du stage. Les données AIS seront utilisées pour valider ces cartes.

Structuration du stage

Actions :

- Prise en main des images Sentinel 1
- Prise en main des algorithmes identifiés dans le projet
- Tests des algorithmes sur différents sites situés dans l'océan Indien
- Production de cartes de densité d'embarcations à différents pas de temps
- Validation de ces cartes avec les données AIS

Ce stage sera mené en collaboration avec un·e autre stagiaire qui sera accueilli·e à la maison de la télédétection dans le cadre du projet DECOSAR.

Outils et compétences:

- Programmation Python
- Traitement d'image et SIG sous QGIS, SNAP
- Utilisation de serveurs et d'infrastructures de calcul

Chronogramme du stage

Le stage dure environ 24 semaines, avec la répartition en quinzaine (Q) des tâches suivantes, qui peut évoluer en fonction de la durée exacte du stage

| Quinzaine | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Q11 | Q12 |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 1. Prise en main des données et des algorithmes | | | | | | | | | | | | |
| 2. Test des algorithmes | | | | | | | | | | | | |
| 3. Production de cartes, validation et métriques de qualité des produits | | | | | | | | | | | | |
| 4. Rédaction du rapport et préparation de l'oral et rédaction de l'article | | | | | | | | | | | | |

Compétences requises

Le/la candidat·e est inscrit·e en M2 ou école d'ingénieur en informatique ou géomatique. De solides compétences en python sont attendues. Une bonne connaissance des données et méthodes de télédétection serait un avantage. Une sensibilité sur les questions liant environnement et biodiversité marine sera appréciée.

Références

Greidanus, H.; Alvarez, M.; Santamaria, C.; Thoorens, F.-X.; Kourti, N.; Argentieri, P. The SUMO Ship Detector Algorithm for Satellite Radar Images. *Remote Sens.* 2017, 9, 246. <https://doi.org/10.3390/rs9030246>

Yu, J.; Zhou, G.; Zhou, S.; Qin, M. A Fast and Lightweight Detection Network for Multi-Scale SAR Ship Detection under Complex Backgrounds. *Remote Sens.* 2022, 14, 31. <https://doi.org/10.3390/rs14010031>

S. Wei, X. Zeng, H. Zhang, Z. Zhou, J. Shi and X. Zhang, "LFG-Net: Low-Level Feature Guided Network for Precise Ship Instance Segmentation in SAR Images," in *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 60, pp. 1-17, 2022, Art no. 5231017, doi: 10.1109/TGRS.2022.3188677

Jocher, G., Qiu, J., & Chaurasia, A. (2023). Ultralytics YOLO (Version 8.0.0) [Computer software]. <https://github.com/ultralytics/ultralytics>