

# Stage de Master : Fusion de Données Capteur pour une Localisation Précise en Navigation Sous-marine

## Contexte de l'étude :

L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer) s'engage dans des recherches innovantes pour mieux comprendre les environnements marins. La Direction de la Flotte Océanographique et en particulier l'unité des Systèmes sous-Marins a en charge les développements et le suivi des systèmes et méthodes d'intervention, de reconnaissance et de surveillance sous-marines à caractère opérationnel ou exploratoire. Elle conduit ainsi les projets relatifs aux systèmes sous-marins grands fonds et petits fonds, depuis l'expression du besoin jusqu'à leur mise en service opérationnel. Elle réalise également l'ingénierie des outils et interfaces fonctionnels nécessaires à la mise en œuvre, ou celle des dispositifs de positionnement grand fond. L'enjeu est de maintenir et faire évoluer les engins opérationnels en les dotant de capacités à la pointe technologique afin d'offrir des moyens d'exploration pour les campagnes scientifiques pluridisciplinaires (géologie, biologie, ...). Dans le cadre de ces efforts, l'unité des Systèmes sous-Marins souhaite explorer de nouvelles approches de localisation sous-marine afin d'améliorer le positionnement des engins pendant les plongées et en rejeu après les plongées.

## Problématique :

Les récentes avancées technologiques ont considérablement amélioré la résolution des capteurs. Cependant, la précision actuelle des systèmes de navigation ne permet pas de tirer pleinement parti de cette amélioration. Une localisation plus précise, notamment dans le domaine sub-métrique, devient essentielle pour la cartographie bathymétrique acoustique, et encore plus pour la cartographie optique, qui offre une résolution sub-centimétrique. De manière générale, l'ensemble des données mesurées pourrait bénéficier de cette augmentation de précision, ouvrant la voie à des études scientifiques à des échelles plus fines (courantométrie, turbidité, analyses chimiques).

La plupart des solutions de navigation actuelles se basent sur l'utilisation du filtre de Kalman [1-3]. C'est une solution très répandue car la faible complexité la rend compatible avec les approches temps réel sur des calculateurs de petite puissance. Cependant, en dehors du cas des systèmes linéaires, rien ne garantit l'optimalité du filtre de Kalman. De plus l'augmentation de la puissance de calcul nous amène à pouvoir considérer des approches plus complexes tout en gardant l'aspect temps réel.

## Objectif du stage :

L'objectif principal du stage est d'exploiter les données océanographiques collectées par les engins sous-marins pour optimiser les algorithmes de navigation.

Le stagiaire sera amené à développer et mettre en œuvre des méthodes avancées de fusion de données capteur (type maximum a posteriori [4]) pour améliorer la précision de la localisation des engins sous-marins de l'IFREMER. Il s'appuiera sur un grand nombre de données océanographiques acquises lors des campagnes scientifiques ou technologiques avec les différents engins sous-marins de la Flotte Océanographique Française (ROV Victor, AUV Ulyx, ...). Il pourra également utiliser des données simulées afin de répondre aux objectifs suivants :

1. Analyse des Données Océanographiques : Examiner les données océanographiques collectées par les engins sous-marins de l'Ifremer pour identifier les paramètres pertinents pour la localisation.
2. Développement d'Algorithmes de Fusion de Données : Concevoir et mettre en œuvre des algorithmes de fusion de données capteur pour intégrer les informations provenant de différents capteurs des engins sous-marins.

3. Validation et Évaluation : Tester les méthodes développées en utilisant des données réelles et simulées, évaluer leur performance et les ajuster en conséquence.
4. Optimisation des Méthodes de Localisation : Proposer des améliorations et des ajustements aux méthodes de localisation existantes en se basant sur les résultats de la fusion de données.

### **Compétences requises :**

Connaissances en traitement de signal et en fusion de données.

Maîtrise de langages de programmation de prototypage type Python, MATLAB, etc. La connaissance du C++ est un plus.

### **Références bibliographiques :**

[1] Rigby, P., Pizarro, O. and Williams, S. (2006) 'Towards geo-referenced AUV navigation through fusion of USBL and DVL measurements', *OCEANS 2006*

[2] Luo, Q. *et al.* (2022) 'A SINS/DVL/USBL integrated navigation and positioning IOT system with multiple sources fusion and Federated Kalman Filter', *Journal of Cloud Computing*, 11(1). doi:10.1186/s13677-022-00289-3.

[3] Bian, Y. *et al.* (2023) 'Tightly coupled information fusion for SINS/DVL/USBL integrated navigation of UUV', *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 72, pp. 1–13. doi:10.1109/tim.2023.3277945.

[4] Franchi, M. *et al.* (2021) 'Maximum a posteriori estimation for AUV localization with USBL measurements', *IFAC-PapersOnLine*, 54(16), pp. 307–313. doi:10.1016/j.ifacol.2021.10.109.

### **Encadrement :**

Le stagiaire sera encadré par Mr Arnaubec Aurélien, et accueilli au sein de l'équipe PRAO (Positionnement, Robotique, Acoustique et Optique), de l'Unité des Systèmes sous-Marins d'Ifremer :

[aurelien.arnaubec@ifremer.fr](mailto:aurelien.arnaubec@ifremer.fr)

Tel : 06 19 53 26 75