Stage de M2/PFE à l'ENSTA (Brest)

TideBox - Développement d'un système instrumental autonome dédié au suivi des marées

Clémence Chupin, Pierre Bosser, Séverine Enet (ENSTA / Lab-STICC), Stéphane Bertin (UBO / Geo-ocean), Ronan Autret (Shom), Christophe Calvez, Kevin Cinglant (NUsense)

Contacts : clemence.chupin@ensta.fr, pierre.bosser@ensta.fr

L'objectif de ce stage est de développer un marégraphe autonome, précis, peu coûteux (∼ 2000€) et réplicable. Il intègrera un capteur radar pour le suivi du niveau d'eau et un système de positionnement GNSS pour le référencement vertical. L'objectif est de garantir robustesse, autonomie énergétique et transmission des données à distance.

Contexte : Dans un contexte de changement climatique et d'intensification des dynamiques littorales, la mesure et le suivi précis des hauteurs d'eau constituent un enjeu scientifique et opérationnel majeur. Ces observations sont indispensables pour mieux comprendre les phénomènes d'érosion, de submersion marine et d'évolution des zones côtières. Elles s'inscrivent notamment dans les objectifs du Service National d'Observation (SNO) DYNALIT, qui vise à structurer et pérenniser l'observation du littoral à l'échelle nationale [1].

Cependant, de nombreuses zones, en France et dans le monde, restent peu instrumentées en raison de leur accessibilité limitée ou du manque de moyens techniques et financiers. Il apparaît donc nécessaire de développer des systèmes de mesure légers, autonomes et facilement déployables, capables de fonctionner dans des environnements contraints. Les solutions actuelles, qu'elles soient scientifiques, low-cost ou commerciales, présentent des limites en précision, en coût ou par l'absence de positionnement précis.

Méthode : Le sujet proposé s'inscrit dans la phase de développement du système TideBox, financé par IsBlue. Il vise à la conception d'un prototype de ce système, basé sur le cahier des charges détaillé.

Les axes de développement se focaliseront sur les aspects suivants :

- **Mesure du tirant d'air par capteur radar** : Deux axes seront testés dans le cadre du stage :
  1. L'évaluation de capteur(s) radar "sur-étagère" pour affiner les spécifications techniques du projet ;
  2. L'intégration d'un radar reposant sur une carte électronique dédiée, développé en collaboration avec une entreprise locale, NUsense, afin de l'adapter aux besoins précis du projet.

- **Système de positionnement précis** : En se basant sur des travaux existants (stage IsBlue 2026 projet BAGOO), il s'agira de développer une interface matérielle et logicielle modulaire, économe en énergie et robuste, permettant l'enregistrement et le traitement de données GNSS issues de puces low-cost.
- **Design, alimentation et communication** : Une réflexion sera menée autour du design du système (dimensions, dépointage possible de la mesure, etc.), de l'alimentation (autonomie, batteries, etc.), du stockage des données, de la possibilité de suivi à distance.
- **La reproductibilité et l'accessibilité** : La pérennité du projet sera assurée via l'adoption d'une démarche ouverte et collaborative (codes *open source*, documentation détaillée, etc.)

Différents tests pourront être imaginés pour valider les choix techniques, soit au sein de l'ENSTA, soit sur le lac de Guerlédan (centre-Bretagne) en fonction de l'avancée des travaux.

Bibliographie :

1. Cocquempot, L. **et al. ILICO -A FRENCH RESEARCH INFRASTRUCTURE FOR COASTAL OCEAN AND SEASHORE OBSERVATIONS** in **Proceedings of the 9th EuroGOOS International conference** (Brest, France, mai 2021). `https://hal.science/hal-03349179`.

Compétences recherchées : Le stagiaire est actuellement en préparation d'un diplôme de niveau Bac + 5 (Master 2, école d'ingénieurs) et devra démontrer :

- Des compétences en programmation (Python, Micro-Python, Arduino) ;
- Des connaissances en GNSS seraient un plus ;
- Des compétences en gestion de projet, notamment pour la communication entre les différents acteurs ;
- Une capacité à travailler de manière autonome et à prendre des initiatives.

Informations pratiques :

- Stage de 6 mois, hébergé au sein de l'ENSTA à Brest.
- Date de démarrage envisagée : entre février et avril 2027.
- Un hébergement à la résidence des élèves est possible entre mars et juillet 2027.
- Collaborations : NUsense, Shom, UBO.
- Gratification : les gratifications seront calculées selon les textes en vigueur.
- Campagnes de terrain ponctuelles possibles, au lac de Guerlédan ou sur les côtes bretonnes.