

## Stage de niveau Master Recherche

Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRD) - UMR CNRS 6027  
École Nationale d'Ingénieurs de Brest (ENIB)

### PLASMAR2 : Conception, intégration et commande d'un système de propulsion vectorielle pour une plateforme robotique sous-marine reconfigurable et holonome

Le projet de recherche en robotique sous-marine AMARSMER du laboratoire IRDL étudie des robots sous-marins autonomes (AUV) ayant une bonne manœuvrabilité et rapidité avec un nombre minimal de propulseurs. Ces robots dits sous actionnés ne peuvent en principe se mouvoir instantanément dans toutes les directions. Cependant, il est possible de rendre ces robots manœuvrant en reconfigurant leurs propulseurs pour s'adapter au besoin des missions modernes, notamment ceux de l'inspection et du diagnostic des hydroliennes.

Le projet RSM a proposé une nouvelle technologie basée sur une propulsion vectorielle innovante. Le laboratoire a pour cela conçu et réalisé des prototypes de propulseur magnéto-couplé reconfigurable (PMCR) pour démontrer la faisabilité du concept (Fig.1).

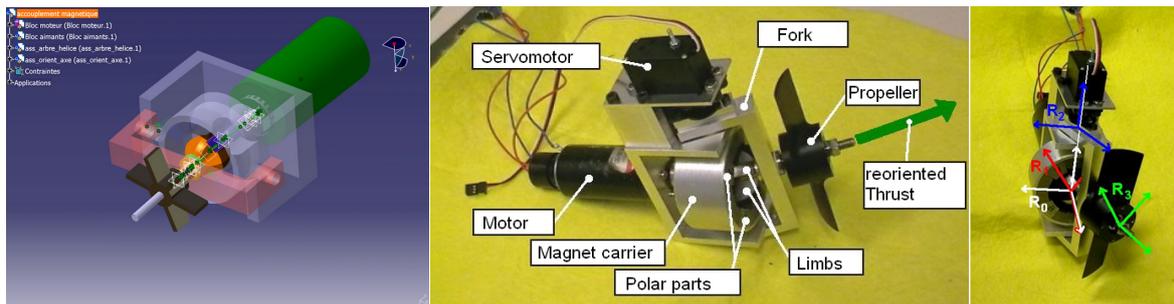


Fig1. Maquette de faisabilité du Propulseur Magnéto Couplé Reconfigurable (PMCR)

Une autre proposition a été faite dans le cadre d'une thèse soutenue en 2023 avec le robot PlaSMAR<sup>1</sup> qui intègre des propulseurs pouvant se déplacer autour du corps du robot (Fig 2). Cette technologie basée sur deux anneaux mobiles entraînés par l'intérieur étant difficile à réaliser techniquement, il est proposé de modifier le mode de reconfiguration en opérant une rotation des propulseurs autour de leur axe de fixation. Ainsi le robot bénéficiera non pas de 2 degrés de configuration, mais de 4, le rendant alors non plus sous-actionné mais holonome.

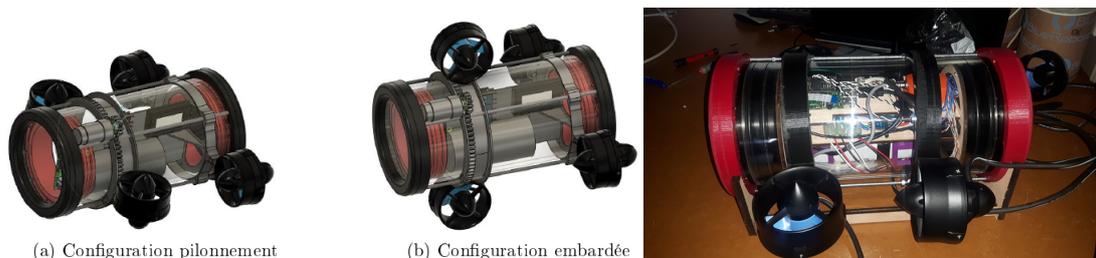


Fig2. Robot PlaSMAR selon le modèle de conception et réalisé à l'IRD-ENIB (L. Degorre)

1 Plateforme Sous-Marine Autonome Reconfigurable (projet financé par ISblue - thèse de L. Degorre, 2023)

Le premier but de ce stage de Master est d'étudier et de concevoir une configuration anneaux/propulseurs et un dispositif d'orientation des propulseurs, basé soit sur une technologie existante (servomoteur étanche à l'extérieur de la coque), soit sur un accouplement magnétique à adapter. Le deuxième objectif est de développer une commande robuste permettant, d'après les modèles mécaniques (déjà développés), d'obtenir un contrôle de la poussée vectorielle (force et moment) compatible avec les besoins opérationnels de AUV sur une trajectoire donnée. Enfin, le troisième objectif est d'implanter la commande sur une électronique embarquée : carte Raspberry Pi et contrôleurs ESC pour les propulseurs. L'électronique devra être adaptée pour pouvoir contrôler les servomoteurs d'orientation.

Le tout devra être validé par la simulation dynamique (dans le simulateur existant sous Matlab) et sur notre AUV expérimental « PlasSMAR », qui devra être modifié et testé. Le robot PlaSMAR-2 ainsi créé servira de dispositif expérimental pour le projet AMARSMER. Les essais se dérouleront d'abord dans le bac d'essais du laboratoire, puis dans un bassin plus grand, idéalement le « grandes profondeurs » de l'Ifremer, voire dans la rade de Brest (Fig.3).



Fig3. Moyens d'essais : Bac IRDL, Bassin Grande Profondeur d'Ifremer Brest et Céladon Sea Test base

Ce stage nécessite d'avoir ou de développer des compétences dans les domaines suivants :

- Mécanique générale : modélisation cinématique et dynamique du solide rigide
- Génie mécanique : conception, mise en plan, fabrication classique ou additive
- Automatique : commande linéaire (PID) et non linéaire (basé modèle dynamique)
- Électronique embarquée (conception, intégration, communication, programmation)
- Programmation (C/C++, Python, Matlab, connaissance de ROS appréciée)

Un profil de Master en robotique ou mécatronique est recherché en priorité, mais un élève de Master, électronique, automatique ou génie mécanique pourrait convenir. Selon le profil, une extension vers de l'optimisation à base d'algorithmes génétique pourra être proposée.

#### Localisation :

École Nationale d'Ingénieurs de Brest, Parvis Blaise Pascal, Site de la pointe du Diable  
Technopôle Brest Iroise, 29280 Plouzané, France (Tél.+33 2 98 05 66 00)

Site de l'ENIB: <https://www.enib.fr/>

Site de l'IRD: <https://www.irdl.fr/>

#### Contact :

Olivier Chocron, MCF HDR en Mécanique-Robotique (responsable du stage)  
Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRD) - UMR CNRS 6027  
chocron@enib.fr – Tél. +33 2 98 05 66 90