

## Stage de Master 2

### **Titre : Modélisation au premier ordre et préconception de propulseurs à entraînement circonférentiel**

**Période - durée : 6 mois de mars à août inclus**

**Lieu du stage : IRENAV (Ecole Navale, Brest ) et IRDL( ENSTA-Bretagne, Brest)**

#### **Tuteurs :**

Nom : MCF HDR JF Charpentier, MCF P-M Guilcher (ENSTA), MCF F. Deniset

Mail : jean-frederic.charpentier@ecole-navale.fr,

Tel : 02 98 23 38 69

Fax :

**Sujet** : L'IRENAV (Ecole Navale) et l'IRDL(ENSTA-Bretagne) s'intéressent en collaboration aux systèmes de propulsion navale non conventionnels à entraînements circonférentiels dits « Rim-Driven ». Dans ces systèmes, le moteur électrique de propulsion est intégré dans une tuyère entourant l'hélice. Les pales de l'hélice sont liées par leur périphérie aux parties actives du rotor du moteur comme présenté à la figure 1.

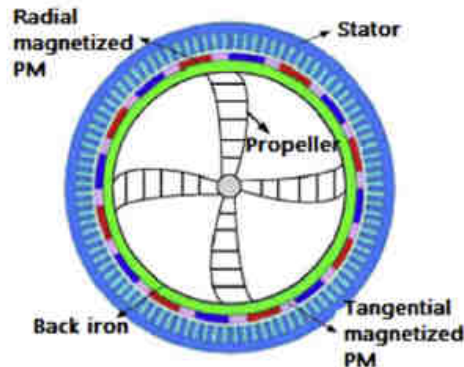


Figure 1 : Schéma de principe d'un propulseur Rim-Driven

Depuis plus d'une dizaine d'années ces systèmes sont étudiés pour la propulsion des navires civils et militaires [Yan2017].

Le but du travail proposé est de construire un outil de modélisation et de dimensionnement au 1<sup>er</sup> ordre de ces systèmes.

Une première étape du travail proposé est de coupler des méthodes de modélisation d'hélices simplifiées (par exemple en utilisant une méthode utilisant la théorie de la ligne portante avec tuyère) avec des méthodes analytiques de modélisation des machines électriques. Une fois ce modèle au premier ordre établi, on le validera par des calculs numériques. Ces modèles sont connus et ont été implémentés dans d'autres contextes [Djebarri2015, Drouen 2010, Ouldhamrane2022, Amri2022, Stubblefield2008].

Une fois cette étape validée, l'outil de modélisation au premier ordre pourra être utilisé au sein d'une procédure d'optimisation sur un cahier des charges réaliste de propulsion navale. La méthode d'optimisation choisie pourra par exemple être une méthode classique ou une méthode méta heuristique sur lesquelles les 2 laboratoires ont de l'expérience. Si le timing le permet le stagiaire pourra être amené à participer aux essais de qualifications en bassin d'un dispositif existant.

Ce projet rentre dans le cadre d'un projet financé par l'agence d'innovation défense et peut se prolonger à partir de l'automne 2023 par une thèse de doctorat dont le financement est déjà acquis.

#### **Plan de travail prévisionnel :**

- Etude bibliographique sur les systèmes de propulsion à entraînement circonférentiels
- Etablissement du modèle au premier ordre
- Validation numérique du modèle
- Insertion du modèle dans une procédure d'optimisation et pré dimensionnement sur un cahier des charges
- Rédaction du rapport de stage.

## **Bibliographie**

- [Amri2022] Lahcen Amri, Mohamed Kebdani, Smail Zouggar, Jean-Frederic Charpentier, Design and optimization of a rim driven motor for pump application, Materials Today: Proceedings, 2022,
- [Djebbari 2015] S. Djebbari, Contribution à la modélisation et à la conception optimale de génératrices à aimants permanents pour hydroliennes, thèse de Doctorat, UBO-IRENav 2010
- [Drouen2008] Laurent DROUEN, Jean-Frederic CHARPENTIER, Frédéric HAUVILLE, Eric SEMAIL, Stéphane CLENET - A coupled electromagnetic / hydrodynamic model for the design of an integrated rim-driven naval propulsion system - In: ElectrIMACS, Canada, 2008-06 – 2008
- [Drouen2010] L. Drouen ; Machines électriques intégrées à des hélices marines : contribution à une modélisation et conception multi-physique, thèse de Doctorat, ENSAM-IRENav 2010
- [Ouldhamrane2022] Ouldhamrane, H.; Charpentier, J.-F.; Khoucha, F.; Zaoui, A.; Achour, Y.; Benbouzid, M. Optimal Design of Axial Flux Permanent Magnet Motors for Ship RIM-Driven Thruster. Machines 2022, 10, 932. <https://doi.org/10.3390/machines10100932>
- [Stubblefield2008] John M. Stubblefield, Numerically-based ducted propeller design using vortex lattice lifting line theory, Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2008
- [Yan2017] Xiping Yan et al.. « A review of progress and applications of ship shaft-less rim-driven thrusters », Ocean Engineering, Volume 144, 2017, Pages 142-156,

**Mots clefs : propulsion navale, Modélisation, modélisation analytique, propulseurs à entraînement circonférentiel, optimisation**

**Compétences demandées :** connaissances en physique appliquée (mécanique et/ou électrotechnique).

**Profil :** Master 2 ou Ingénieur en dernière année dans les domaines de l'électrotechnique ou de la mécanique