



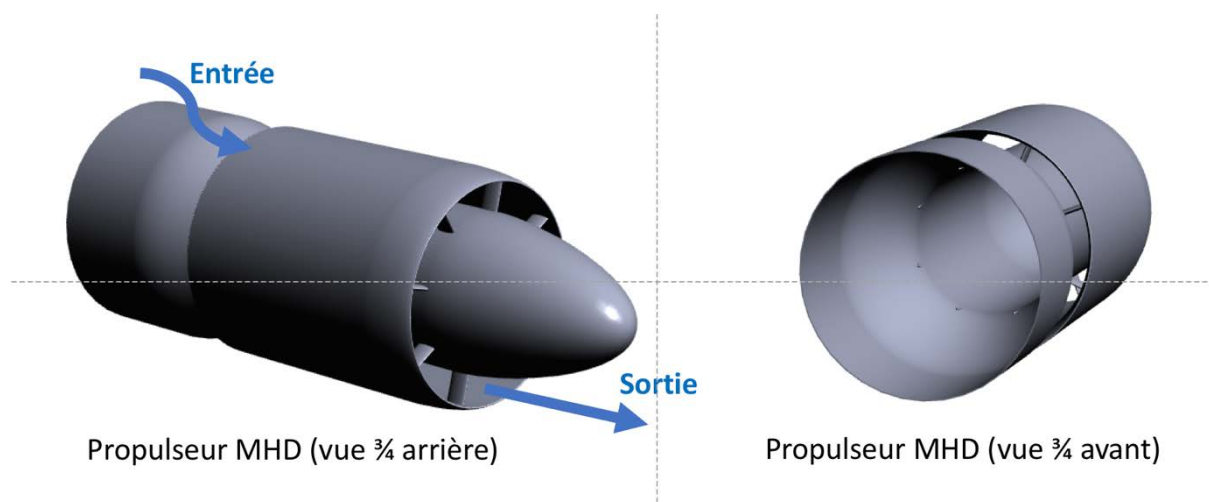
## Proposition de Post-Doctorat au LEGI

### Titre : Propulsion MagnétoHydroDynamique (MHD) en eau de mer.

La propulsion MagnétoHydroDynamique (MHD) est un mode de propulsion direct par réaction qui a été envisagé dès les années 60 pour réaliser une propulsion sans hélice ou autre pièce mécanique en mouvement. La potentielle discrétion qui en résulte motive un intérêt particulier pour la propulsion des sous-marins. L'eau de mer est un électrolyte (solution faible de chlorure de sodium) qui peut être envisagé comme un faible conducteur électrique. Des électrodes, alimentées en courant continu, permettent de faire passer un courant de densité  $J$  [A/m<sup>2</sup>] au sein de l'écoulement d'eau de mer. Ce dernier, placé dans un champ magnétique d'induction  $B$  [T], est ainsi le siège de forces électromagnétiques volumiques  $\mathbf{J} \times \mathbf{B}$  [N/m<sup>3</sup>] qui assurent la propulsion (ou le pompage). En raison de la faible conductivité électrique apparente de l'eau de mer il est indispensable que le champ magnétique soit créé par un aimant supraconducteur de grande dimension. La distribution de courants électriques au sein du propulseur résulte de la compétition entre le gradient du potentiel électrique aux bornes des électrodes et de la force contre-électromotrice liée au déplacement de l'écoulement conducteur dans le champ magnétique. Cette compétition constitue le cœur du couplage entre la mécanique des fluides et l'électromagnétisme. Il s'agit d'un couplage faible dans la mesure où le champ magnétique n'est pas affecté par l'écoulement conducteur.

Depuis le début des années 90 divers pays ont réexaminé ce mode de propulsion dans le contexte du développement industriel de matériaux supraconducteurs industriels. En France, la DGA s'intéresse de nouveau au potentiel d'un tel mode de propulsion dans le contexte de réalisation de grands aimants supraconducteurs (ITER, ATLAS...). Les progrès des moyens de calcul permettent également de quantifier plus précisément diverses qualités potentielles de cette propulsion, en particulier la possibilité de générer un champ de force assurant une manœuvrabilité à basse vitesse du navire qui n'a jamais été démontrée à ce jour.

Les problèmes scientifiques posés par cette propulsion MHD sont centrés sur la mécanique des fluides dans un contexte pluridisciplinaire de couplage avec l'électromagnétisme et l'électrochimie et également de contraintes de réalisabilité technologiques. Il faut souligner que l'écoulement soumis au forçage électromagnétique est confiné dans un propulseur annulaire, tel que celui représenté sur la figure ci-dessous, qui est « ouvert » sur l'océan environnant. Un des enjeux du post-Doctorat est de réaliser des simulations numériques à partir de codes CFD disponibles. Au-delà de la nécessité de prendre en compte les couplages dans le propulseur, il faut également construire l'environnement fluide : couche limite turbulente amont, séparation écoulement interne/externe, formation du jet sortant.... En effet la fraction du débit passant dans le propulseur, sa survitesse, sa distribution azimutale n'est pas connue *a priori* tout en étant essentielle pour calculer le bilan propulsif.



**Objectif de ce post-Doctorat :**

- Sur la base d'une étude bibliographique et d'échanges avec les chercheurs ayant contribué aux précédents programmes, divers calculs CFD sont attendus. Pour cela une étape préalable consistera, dans une approche d'intégration multidisciplinaire et d'optimisation de performance, à déterminer la géométrie du propulseur et en particulier de ses électrodes et de son aimant supraconducteur.
- De cette géométrie sera extrapolée une première configuration 2D axisymétrique (distribution azimutale uniforme de l'écoulement et des forces électromagnétiques) qui permettra des simulations des divers régimes d'avancement : à vitesse constante ainsi qu'en phases d'accélération et de décélération
- La configuration 3D complète sera ensuite utilisée pour des simulations destinées à évaluer le potentiel de manœuvrabilité résultant d'un forçage de distribution azimutale non uniforme.

**Profil :** La nationalité française est requise pour des raisons de confidentialité. Le candidat recherché aura de préférence effectué un Doctorat en Mécanique des Fluides et si possible abordé, par simulation numérique, des problèmes mettant en œuvre des couplages multi-physiques.

**Durée et dates du contrat :** Un an, démarrage souhaité printemps-été 2018.

**Lieu :** Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels à Grenoble, en interaction avec des partenaires académiques (LMFA, Lyon ; G2ELab, Grenoble) et avec des partenaires industriels experts des aimants supraconducteurs et de l'électrotechnique en hydrodynamique navale.

**Candidature :**

CV et lettre de motivation à adresser à

[jean-paul.thibault@legi.cnrs.fr](mailto:jean-paul.thibault@legi.cnrs.fr)