



Modélisation 0D/1D des performances de moteurs marins 4 temps Dual-Fuel

Poste : Stage de Master (H/F)

Lieu : LHEEA - ECN, Nantes, France

Équipe : D2SE - Décarbonation & Dépollution des Systèmes Énergétiques

Co-Encadrants : François Prevost, Aaqif Ahmed

Contact : Aaqif AHMED – aaqif.ahmed@ec-nantes.fr

Contexte

Le transport maritime représente 90 % du commerce mondial de biens et de marchandises. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant du transport maritime contribuent à près de 3 % des émissions mondiales de carbone. Dans le but d'accélérer la transition énergétique du transport maritime, l'IMO a révisé en 2023 sa stratégie de [réduction des GES](#), visant une réduction minimale de 20 % des émissions d'ici 2030 (par rapport aux niveaux de 2008), de 70 % d'ici 2040, pour finalement atteindre le zéro net vers 2050.

L'industrie du transport maritime se concentre sur des moyens de propulsion et de production d'énergie électrique plus respectueux de l'environnement. Dans ce contexte, les moteurs bi-carburants (Dual-Fuel) constituent l'une des solutions les plus prometteuses pour la transition énergétique. Ces moteurs peuvent fonctionner soit en mode diesel classique, soit en mode Dual-Fuel (DF), brûlant des carburants alternatifs plus propres tels que le GNL, le méthanol ou l'ammoniac, avec une injection diesel pilote pour l'allumage. Ce fonctionnement bi-carburant permet de réduire les oxydes d'azote (NOx) et le dioxyde de carbone (CO2), ainsi que d'éliminer presque totalement les particules fines (PM) et les émissions d'oxydes de soufre (SOx).

C'est dans ce cadre que le projet TNTM – Transformation Numérique du Transport Maritime, un projet de R&D collaboratif dirigé par la compagnie maritime CMA CGM, est mis en œuvre avec plusieurs entreprises, leaders industriels, universités et centres de recherche. L'objectif

est de réduire la consommation de carburant et les émissions en améliorant l'efficacité opérationnelle des porte-conteneurs grâce à l'exploitation de données et à la simulation de divers processus. L'équipe D2SE du laboratoire LHEAA-ECN est responsable de la modélisation de la consommation énergétique globale du navire pendant la navigation, avec un accent particulier sur la physique des moteurs à combustion interne.

Sujet du stage de Master

Les moteurs auxiliaires jouent un rôle critique dans le système énergétique d'un navire, produisant de l'énergie pour satisfaire les charges "hôtelières" (électriques) du navire. Ils fournissent ainsi l'électricité pour l'éclairage, le CVC (chauffage, ventilation et climatisation), les pompes, les systèmes de navigation et autres équipements. Ces moteurs sont couplés à des alternateurs et fournissent l'énergie électrique au tableau principal, qui alloue la puissance en fonction de la demande.

Pour comprendre les performances et le comportement de ces moteurs, la modélisation et la simulation sont fondamentales. L'objectif du stage est de développer et calibrer un modèle OD/1D d'un moteur auxiliaire 4 temps DF (Wärtsilä 34DF) fonctionnant au fioul et au GNL. Le modèle sera composé du moteur et ses sous-systèmes (turbocompresseur, boucle d'air, etc.). Le candidat effectuera en premier temps une recherche bibliographique pour comprendre l'état de l'art et la physique de la modélisation des moteurs à combustion interne bi-carburants, ainsi que les méthodologies de calibration.

Le modèle sera développé sur **Simcenter AMESIM**, un logiciel commercial multi-physiques utilisé pour le développement et la modélisation de systèmes complexes. Le fonctionnement du moteur diffère entre le mode Fioul et le mode GNL et impose le développement de modèles spécifiques pour les deux modes : l'un adapté au mode diesel et l'autre au mode bi-carburant. En fonction de la disponibilité des données et des besoins du projet un modèle sera développé en priorité.

Une fois le modèle développé, l'étape suivante consiste à calibrer et optimiser les différents sous-modèles pour obtenir un niveau de représentation par rapport aux performances réelles, dans des marges d'erreur définies.

Selon le temps disponible, l'étape finale consistera à valider les performances du modèle complet avec des données opérationnelles, en simulant le modèle sur divers points de fonctionnement d'un voyage pour tester la précision et la capacité prédictive du modèle.

Un rapport détaillé final documentant la méthodologie, les résultats et l'analyse des modèles développés constituera le livrable final du stage.

Profil du candidat

Le candidat doit être un étudiant de 2ème année de Master ou niveau Bac+5 avec une spécialisation en Génie Mécanique, Mathématiques Appliquées, Thermodynamique, Énergétique ou domaines similaires.

Les prérequis pour ce stage sont :

- Excellente connaissance de la physique des moteurs à combustion interne (MCI) et de la modélisation numérique.
- Bonne connaissance des logiciels Simcenter AMESIM ou GT-Power.
- Compétences de base en Python / Matlab.
- La connaissance des techniques d'optimisation est un plus.

Candidatures & Calendrier

Les candidats sont invités à envoyer un CV et une lettre de motivation à l'adresse email : aaqif.ahmed@ec-nantes.fr. Mentionner '**TNTM Internship**' dans l'objet de l'email.

Le stage débutera entre **Février/Mars 2026**, pour une durée de **6 mois**.

Conditions

Le candidat sera rémunéré pendant six mois au niveau légal français pour les stages dans les établissements publics (~ 630 €/mois net ; 4,35 €/heure en 2024 ; sujet à modification en 2026). La durée de travail est de 7 heures/jour, pour un total de 35 heures/semaine.

Le candidat sera accueilli au sein de l'équipe D2SE du laboratoire LHEEA à l'École Centrale de Nantes.