

**Titre :** Étude par simulation de l'efficacité énergétique du système propulsif d'un navire sur houle

**Mots clés :** Propulsion navale, Contrôle moteur, Simulation numérique, Consommation de carburant, Interaction houle–propulseur, Ventilation, Modèle à valeur moyenne

**Résumé :** Cette thèse présente une étude numérique approfondie des stratégies avancées de contrôle moteur pour les systèmes de propulsion navale en houle de face régulière. Un environnement de simulation est développé, couplant un modèle moteur à valeur moyenne (MVEM), un modèle d'hélice prenant en compte l'émergence, la ventilation et les effets de surface libre, et un solveur de mouvements de navire à six degrés de liberté en domaine temporel. L'étude compare systématiquement le contrôleur de vitesse conventionnel (SC) et le contrôleur à crémaillère constante (CR). Les résultats montrent que la stratégie CR réduit systéma-

tiquement la consommation de carburant, notamment en houle longue et en mer modérée, en minimisant les pertes thermodynamiques transitoires et les effets du turbo-lag. En revanche, elle engendre des fluctuations de régime plus prononcées. La stratégie SC offre une exploitation plus stable lors des transitoires rapides tels que l'émergence et la ventilation de l'hélice. Une décomposition détaillée des indicateurs d'efficacité identifie les principales voies de dissipation d'énergie et montre que l'optimisation conjointe du moteur et de l'hélice est indispensable pour maximiser l'efficacité globale du système.

**Title:** Simulation study of propulsion system efficiency for a ship in waves

**Keywords:** Marine propulsion, Engine control, Numerical simulation, Fuel consumption, Wave–propeller interaction, Ventilation, Mean value engine model

**Abstract:** This thesis presents an in-depth numerical investigation of advanced engine control strategies for marine propulsion systems operating in regular head wave conditions. A simulation environment is developed, coupling a mean value engine model (MVEM), a propeller model that accounts for emergence, ventilation and near-surface effects, and a six-degree-of-freedom time-domain ship motion solver. The study systematically compares the conventional speed controller (SC) and the constant rack controller (CR). Results demonstrate that the CR strategy consistently achieves lower fuel consumption, particularly in long-wavelength and

moderate sea states, by minimising transient thermodynamic losses and reducing the adverse effects of turbo-lag; however it leads to more pronounced RPM fluctuations. The SC strategy provides smoother and more stable operation during rapid transients such as propeller emergence and ventilation events. A detailed decomposition of efficiency metrics—including brake thermal efficiency, quasi-propulsive efficiency and hull–propeller interaction losses—identifies the dominant pathways of energy dissipation and shows that optimising both engine and propeller control is essential for maximising overall system efficiency.