

KERDRAON Paul

MODELISATION DES PHENOMENES HYDRODYNAMIQUES INSTATIONNAIRES SUR UN TRIMARAN DE COURSE AU LARGE

La conception des voiliers s'est appuyée sur des optimisations en régime stationnaire pendant de nombreuses années. Les programmes de prédiction de vitesse (Velocity Prediction Programs, VPP) sont aujourd'hui au cœur des boucles de conception de la plupart des cabinets d'architecture navale. Cependant, ces outils ne permettent pas de guider de manière suffisamment précise les compromis que nécessitent les appendices de dernière génération, en particulier en termes de stabilité. D'autres part, les outils traditionnels, comme par exemple les méthodes des éléments de frontière (Boundary Element Method, BEM), ne sont généralement pas en mesure de prendre en compte l'effet des voiles sur les capacités de tenue à la mer des voiliers ou des navires à assistance vélique.

Par conséquent, l'utilisation d'outils de simulation temporelle, nommés programmes de prédiction de vitesse dynamiques (Dynamic Velocity Prediction Program, DVPP) s'est fortement développée ces dernières années.

Le travail présenté ici s'attache à l'étude et au développement d'un DVPP à 6 degrés de liberté dédié aux voiliers hauturiers. Il utilise un algorithme multicorps qui rend possible la simulation d'interactions mécaniques complexes entre les éléments du bateau. Plusieurs modèles de mer et de vent sont disponibles, les états complexes sont représentés par superposition de composants élémentaires. Le calcul des efforts s'appuie sur une approche système faiblement non-linéaire. Les modèles implantés utilisent à la fois des calculs en direct sur les maillages des éléments, des régressions polynomiales sur des données pré-calculées ou des formules semi-empiriques.

Une attention particulière a été portée à la validation progressive de l'outil développé. Plusieurs cas de validation sont présentés, de problèmes multicorps ou hydrodynamiques classiques à des comparaisons à des données expérimentales de référence pour une carène Wigley et le modèle DTMB 5512.

Une campagne expérimentale en bassin de traction a été menée afin d'établir une base de données de validation orientée vers les conditions difficiles que sont les hautes valeurs de Froude et de cambrure et les mouvements hautement non-linéaires. L'évolution des coefficients de radiation avec la vitesse est étudiée et une comparaison avec des modèles bas Froude effectuée. Les données expérimentales sont utilisées pour comparer et valider le DVPP sur deux aspects particuliers : les mouvements et efforts dans la houle d'une part, et des séquences d'entrée et sortie de la coque dans l'eau d'autre part. Les résultats obtenus sont encourageants et confortent les choix des modèles.

Enfin, des simulations de navires existants, un trimaran Ultime et un monocoque IMOCA, sont présentées. Elles proposent différentes situations instationnaires, lors d'une manœuvre ou dans des conditions changeantes, et mettent en avant l'intérêt des études dynamiques qui permettent d'ouvrir un nouveau champ d'optimisation des concepts architecturaux.

Ce travail a abouti à un DVPP opérationnel qui simule correctement le comportement des voiliers de course au large, en particulier munis de foils.

Mots-clés : Programme de prédiction de vitesse dynamique (DVPP); Voilier; Approche système; Simulation temporelle; Hydrofoil; Prédiction de performance