

Etude et optimisation des appendices pour les navires à assistance à la propulsion vélique

1 DESCRIPTION DU SUJET

La propulsion vélique est une des solutions développées à l'heure actuelle pour réduire les émissions du transport maritime. Plusieurs systèmes sont développés : voiles rigides, voiles gonflables, rotors Flettner, cerfs-volants, etc. L'ambition des porteurs de projet varie quant à la contribution attendue de la propulsion vélique depuis l'appoint à la propulsion par hélices quand les conditions de vent le permettent jusqu'à quasiment le retour à la marine à voile.

Un enjeu majeur de la propulsion vélique est la génération de force anti-dérive. En effet, contrairement à une hélice, la force générée par un propulseur vélique présente une composante transverse en plus de la composante propulsive. En fonction de l'angle du vent apparent par rapport à l'axe du navire, cette composante peut être très significative (voire supérieure à la composante propulsive pour un navire très toilé et si le navire navigue très près du vent). La conséquence est que le vecteur vitesse du navire présente également une composante transverse (la dérive) en plus de la composante de vitesse d'avance. L'existence de cette composante transverse conduit à la génération d'une force anti-dérive par la coque par effets de portance et de trainée.

Pour une carène classique, cet effet de dérive peut se traduire par une augmentation significative de la résistance à l'avancement. En effet, une carène classique est au mieux assimilable à un profil portant de faible rapport d'aspect. Le coefficient de trainée induite étant proportionnel à l'inverse du rapport d'aspect, la composante de trainée induite peut devenir importante.

Une première approche pour pallier cette difficulté pourrait être d'optimiser la forme de la carène pour augmenter la force antidérive. Cependant, en pratique les marges de manœuvre sont probablement limitées à l'angle de deadrise ainsi qu'au bulbe et aux formes arrière.

Une autre approche pourrait être d'équiper le navire d'un plan anti-dérive élancé (quille longue ou course comme celles des voiliers de régates). Un autre avantage serait que de tels appendices permettraient de réduire les mouvements du navire dans la houle, ce qui pourrait se traduire par une réduction supplémentaire de la résistance à l'avancement (contribution de résistance ajoutée sur houle). Cependant, équiper des navires de commerce avec de tels appendices serait complexe, et donc coûteux, car il faudrait notamment qu'ils soient rétractables pour limiter le tirant d'eau pour pouvoir accéder aux installations portuaires.

Le rapport coût/bénéfice de ces solutions n'étant a priori pas évident, l'objectif de cette thèse est d'étudier et d'optimiser des configurations de navires et d'appendices (y compris safrans) pour réduire la résistance à l'avancement de navires de commerce à propulsion vélique.

L'approche sera principalement basée sur la simulation numérique (simulateur de navire xdyn, logiciel de CFD FoamStar). La pertinence d'essais en bassin de traction sera évaluée dans la première partie de la thèse. Les grandes étapes du travail sont :

- Revue bibliographique sur l'effet d'une force transverse sur la résistance à l'avancement de carènes de navire
- Appropriation et amélioration des modèles numériques existants.
- Evaluation de la résistance de dérive pour des carènes sans appendices via la simulation numérique. Les cas d'étude s'inspireront des navires conçus et exploités par la compagnie maritime Zéphyr et Borée.
- Evaluation de la pertinence et faisabilité d'essais en bassin
- Définition de configurations d'appendices en collaboration avec Zéphyr et Borée, évaluation et optimisation sur eau calme (résistance à l'avancement, manoeuvrabilité).
- (Essais de validation)
- Evaluation de l'effet des appendices sur la résistance à l'avancement et la tenue à la mer (houle)

2 ELEMENTS DE BIBLIOGRAPHIE

F. Tillig, J. Ringsberg : *Design, operation and analysis of wind-assisted cargo ships*. Ocean Engineering 211, 17603, 2020

3 CONTACT :

Aurélien Babarit

Laboratoire LHEEA, Ecole Centrale de Nantes

Aurelien.babarit@ec-nantes.fr