

MODELISATION NUMERIQUE ET OPTIMISATION DE LA FORME DE CARENE D'UN NAVIRE EOLIEN DE PRODUCTION D'HYDROGEN

Cette thèse porte sur un concept innovant pour la récupération de l'énergie du vent en mer : le voilier hydro-éolien. Dans ce concept, un navire avance grâce à une propulsion éolienne. Des hydrogénérateurs sont fixées sous la coque et produisent de l'électricité. L'électricité est convertie en hydrogène par électrolyse puis stockée à bord.

Le voilier hydro-éolien est constitué de nombreux sous-systèmes. Par une méthode d'ingénierie système, la première partie de la thèse propose un outil d'aide à la décision pour le choix des composants technologiques. Une étude de cas sur le choix du système de propulsion éolien du voilier-hydrolienne est réalisée. Parmi cinq technologies de propulsion éolienne (voiles souples et rigides, rotors Flettner, turbo-voiles, ailes de kite), les rotors Flettner sont sélectionnés.

Dans la seconde partie une modélisation numérique du navire en conditions quasi-statiques est réalisée. La modélisation s'appuie sur la résolution de l'équation du mouvement du navire et sur la méthode des écoulements potentiels pour la partie hydrodynamique. L'étude montre qu'un navire de type catamaran de longueur 80 m produit 1 MW électrique dans un vent de travers de 10 m/s. Cela correspond à 2,9 tonnes d'hydrogène par semaine. La puissance nominale (1,73 MW) est atteinte pour une vitesse de vent de 12 m/s.

Dans la dernière partie, une optimisation de la forme de coque est réalisée avec un algorithme génétique NSGA II afin d'augmenter la puissance produite. Elle porte sur des carènes de catamarans symétriques ou non (navires de type prao). Cette étude montre que les formes non symétriques sont plus performantes. Il est obtenu une puissance produite jusqu'à 12% supérieure à celles obtenues précédemment (soit 3,3 tonnes d'hydrogène par semaine).

Mots-clés : voilier hydro-éolien, hydrogène, énergie éolienne, énergies marines renouvelables, rotors Flettner, modélisation, optimisation.