

Titre : Étude expérimentale et numérique de la Pompe hydrodynamique PoHyCA

Mots clés : Mécanique des fluides, Énergie hydrolenne, Foil oscillant, Décrochage dynamique, Interaction fluide-structure

Résumé : Le système PoHyCA (Pompe Hydrodynamique pour la Compression d'Air), développé par Segula Technologies, vise à extraire et convertir l'énergie des courants marins en air comprimé pour le stockage d'énergie. Il repose sur un hydrofoil oscillant guidé en pilonnement et en tangage par un mécanisme autonome, sans apport d'énergie extérieur. Cette thèse porte sur la conception et la caractérisation expérimentale d'un prototype testé dans le canal de circulation de l'École Centrale de Nantes. Le fonctionnement libre de l'hydrofoil est analysé pour différentes vitesses d'écoulement et angles d'attaque.

En parallèle, deux modèles CFD sont développés : le premier permet de prédire les efforts hydrodynamiques, tandis que le second, intégrant l'interaction fluide-structure, est utilisé pour quantifier l'influence de la flexibilité sur les performances hydrodynamiques. Cette étude permet d'identifier et de quantifier l'influence du régime d'écoulement, du décrochage dynamique, du déphasage des efforts et de la déformation de la structure oscillante, sur la dynamique du système et sur ses performances hydrodynamiques et énergétiques.

Title : Experimental and Numerical Study of the PoHyCA Hydrodynamic Pump

Keywords : Fluid mechanics, Tidal energy, Oscillating foil, Dynamic stall, Fluid-structure interaction

Abstract : The PoHyCA system (Hydrodynamic Pump for Air Compression), developed by Segula Technologies, aims to extract and convert energy from ocean currents into compressed air for energy storage. It is based on an oscillating hydrofoil guided in both pitch and heave by an autonomous mechanism, without any external energy input. This thesis focuses on the design and experimental characterization of a prototype tested in the flow channel of the École Centrale de Nantes. The free oscillation of the hydrofoil is analyzed for different flow velocities and angles of attack.

In addition, two CFD models are being developed: the first is used to predict hydrodynamic forces, while the second, which incorporates fluid-structure interaction, is used to quantify the influence of flexibility on hydrodynamic performance. This study examines the influence of several factors — the flow regime, dynamic stall, phase shifts of the forces and of the deformation of the oscillating structure — on the system's dynamics and overall energy conversion efficiency.

