

# **Étude expérimentale et contrôle du couplage hydroélastique de bord de fuite d'un hydrofoil en régime de transition**

Type de contenu : Texte

Type de médiation : b

Type de support : Ressource dématérialisée

Titre(s) : Étude expérimentale et contrôle du couplage hydroélastique de bord de fuite d'un hydrofoil en régime de transition / Paul François ; sous la direction de Jacques André Astolfi et de Xavier Amandolese

Auteur(s) : François, Paul (1995-....)

Autre(s) auteur(s) : Astolfi, Jacques-André

Amandolese, Xavier (19..-....)

Boiron, Olivier

Ducoin, Antoine (1979-....) chercheur en hydrodynamique

Hémon, Pascal

Gobert, Marie-Laure (1981-....)

Dazin, Antoine (1975-...)

HESAM Université 2010-....

École doctorale Sciences des métiers de l'ingénieur Paris

Institut de recherche de l'Ecole navale Brest

École nationale supérieure d'arts et métiers 1780-....

Production : 2024

Titre traduit ajouté par le catalogueur : Experimental study and control of the hydroelastic coupling of the trailing edge of a hydrofoil in transition regime eng

Autres classifications : 620

Note sur le titre et les responsabilités : Titre provenant de l'écran-titre

Note sur la responsabilité : Ecole(s) Doctorale(s) : École doctorale Sciences des métiers de l'ingénieur

Partenaire(s) de recherche : Institut de recherche de l'Ecole navale (Brest) (Laboratoire), Paris, ENSAM (établissement de préparation de la thèse), Institut de Recherche de l'Ecole Navale (Laboratoire)

Autre(s) contribution(s) : Olivier Boiron (Président du jury) ; Xavier Amandolese, Antoine Ducoin, Pascal Hémon, Marie-Laure Gobert, Antoine Dazin, Jacques-André Astolfi (Membre(s) du jury) ; Antoine Ducoin, Pascal Hémon (Rapporteur(s))

Note de thèses et écrits académiques : Thèse de doctorat Mécanique des fluides (AM) Paris, HESAM 2024

Résumé ou extrait : La majorité des bruits anthropiques dans les océans sont dus à la navigation motorisée commerciale, militaire ou de tourisme. Les enjeux de défense et la préservation des écosystèmes sont au cœur de ces préoccupations. Les structures portantes telles que les hydrofoils, les pales d'hélices, les gouvernails, les stabilisateurs et les barres de plongée peuvent vibrer sous écoulement et, sous certaines conditions, produire de fortes émissions sonores au caractère tonal. Diminuer les vibrations et le bruit généré par ce type de structures, très présentes dans le domaine de la construction navale, est donc un enjeu important pour limiter la pollution sonore et améliorer la furtivité des navires. Cette étude, menée à l'Institut de Recherche de l'École Navale (IRENav), a permis de mettre en évidence le mécanisme de couplage hydroélastique responsable des vibrations de bord de fuite et du bruit tonal d'un profil portant, évoluant en régime de transition laminaire-turbulent. Ces recherches expérimentales ont été réalisées dans un tunnel hydrodynamique sur un hydrofoil de profil NACA0015, pour des angles d'incidence allant de  $0^\circ$  à  $12^\circ$  et des nombres de Reynolds variant de 200 000 à 1 200 000. Des moyens expérimentaux avancés tel que la Vélocimétrie par Image de Particules Résolue en Temps (TR-PIV), la Vélocimétrie Laser par effet Doppler (LDV) ou la vibrométrie laser ont été utilisés pour préciser les caractéristiques de l'écoulement en proche paroi ainsi que le comportement vibratoire de l'hydrofoil en fonction de l'incidence et du nombre de Reynolds. Les résultats obtenus ont permis de montrer que le bruit tonal était associé à un régime de couplage fort entre les ondes de Tollmien-Schlichting se développant dans la couche limite en régime de transition et un mode structurel de bord de fuite de l'hydrofoil, produisant un lâcher alterné de tourbillons dans le sillage. Ces travaux ont également permis de préciser qu'un tel couplage hydroélastique est conditionné d'une part, par l'occurrence d'une zone de transition de couche limite proche du bord de fuite et, d'autre part, par l'existence d'un mode structurel de bord de fuite dont la fréquence propre se situe dans la gamme d'amplification des ondes de Tollmien-Schlichting. Enfin des solutions de contrôle passif telles que la modification géométrique du bord de fuite et le forçage de la turbulence de la couche limite ont été comparées, autant du point de vue de leur efficacité que de leur impact sur les performances hydrodynamiques de l'hydrofoil.

The majority of anthropogenic noise in the oceans is due to commercial, military or tourist motorized navigation. In that respect, defense issues and preservation of ecosystems are matters of great concerns. Lifting surfaces such as hydrofoils, propeller blades, rudders, stabilizers and dive bars can vibrate under flow and, under certain conditions, can produce tonal noise. Reducing the vibrations and noise generated by this type of structure, which are present in the field of shipbuilding, is therefore an important issue to limit noise pollution and to improve the acoustic discretion of ships. This study, carried out at the French Naval Academy Research Institute (IRENav), highlights the hydroelastic coupling mechanism responsible of trailing edge vibrations and of lifting surface tonal noise evolving in laminar to turbulent transition regime. This experimental research was carried out in a hydrodynamic tunnel on a NACA0015 hydrofoil, for angles of incidence ranging from  $0^\circ$  to  $12^\circ$  and Reynolds numbers varying from 200,000 to 1,200,000. Advanced experimental set ups such as Time-Resolved Particle Image Velocimetry (TR-PIV), Laser Doppler Velocimetry (LDV) or laser vibrometry were used to specify the characteristics of the near-wall flow as well as the vibrational behavior of the hydrofoil depending on the incidence and the Reynolds number. The results obtained show that the tonal noise was associated with a strong coupling regime between the Tollmien-Schlichting waves developing in the boundary layer regime and a structural mode of the trailing edge of the hydrofoil, producing a vortex shedding in the wake. This work also made it possible to show that such hydroelastic coupling is conditioned by the occurrence of a boundary layer transition zone close to the trailing edge and by the existence of a trailing edge structural mode whose natural frequency is in the amplification range of Tollmien-Schlichting waves. Finally, a comparison of passive control solutions such as geometric modification of the trailing edge and forcing of boundary layer turbulence was done, considering for both their effectiveness and their impact on the

hydrodynamic performances of the hydrofoil.

Configuration requise : Configuration requise : un logiciel capable de lire un fichier au format : PDF

Sujet(s) : Interaction Fluide-Structure

Experimental

Bruit tonal

Contrôle

Hydrofoil

Sujet - Nom commun : Hydrodynamique

Bruit

Hydroptères

Forme, genre ou caractéristiques physiques : Thèses et écrits académiques

Adresse électronique et mode d'accès : <http://www.theses.fr/2024HESAE008/document>||Accès au texte intégral

<http://www.theses.fr/2024HESAE008/abes>||

<https://pastel.hal.science/tel-04523114>||