

Optimisation des frottements fluides par utilisation d'hydrofoils

Notre société dépend du transport maritime qui en 2015 supportait 80 % du commerce mondial. L'homme a toujours cherché à optimiser le rendement de ce moyen de transport, d'abord en augmentant la puissance propulsive puis en réduisant la résistance aux fluides. Cette dernière approche, plus écologique, m'a amené à étudier les hydrofoils, aujourd'hui en fort développement dans le secteur de la voile. Ce nouveau dispositif permet une réduction optimale des frottements fluides en limitant la zone de contact coque/eau. Cette invention devrait, dans le futur, s'adapter à des embarcations de charge moyenne et contribuer à l'essor du transport fluvial.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- LOGOLTHA Sacha

Positionnement thématique (étape 1)

PHYSIQUE (Mécanique), INFORMATIQUE (Informatique pratique), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Energétique).

Mots-clés (étape 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Portance</i>	<i>Lift</i>
<i>Trainée</i>	<i>Drag</i>
<i>Transport maritime</i>	<i>Maritime transport</i>
<i>Mécanique des fluides</i>	<i>Fluid mechanics</i>
<i>Economie d'énergie</i>	<i>Energy saving</i>

Bibliographie commentée

Notre société dépend énormément du transport maritime, à l'origine de 80 % du commerce mondial en 2015. L'optimisation de ce moyen de transport est donc devenue essentielle à l'essor de la mondialisation.

Au cours de son évolution, l'homme a optimisé ce mode de transport en augmentant la puissance de propulsion et en réduisant les frottements visqueux exercés par l'eau sur la carène d'un navire. [1]

Cette dernière approche, plus écologique, est permise, entre autre, par l'utilisation d'hydrofoils. En effet, cette invention permet une réduction optimale des frottements fluides en extrayant la carène d'un navire du milieu marin. [2].

Il existe aujourd'hui deux principaux types d'hydrofoils, les foils en V et les foils en T.

Les premiers sont utilisés sur des navires moyens (un dizaine de mètres de long) ; principalement sur les voiliers de courses comme ceux de la coupe de l'Amérique.

Les seconds, semblables à des profils d'avion, voient leur utilisation exploser dans le domaine des

sports nautiques tels que le kite surf, la planche à voile et plus récemment le surf et le stand up paddle.

L'étude des hydrofoils s'inscrit dans un domaine complexe : la mécanique des fluides [3,4]. Ce domaine n'étant jusqu'ici que majoritairement expérimental, il est difficile de trouver de la littérature faisant allusion aux hydrofoils ; notamment à ceux en T.

C'est cela qui nous a donné envie de creuser le sujet et d'étudier principalement les foils en T.

Cette aile d'avion sous-marine, de part son profil, crée une force de portance ainsi qu'un moment d'encastrement du fait de la différence de taille entre l'aile avant, plus grande, et l'aile arrière, plus petite. Ces deux actions mécaniques sont recherchées dans les domaines d'utilisation de ce type de foil tels que le kitesurf, où il est nécessaire de tracter le pratiquant hors de l'eau et où une réduction des forces de frottements est appréciable.

L'étude de l'hydrofoil en T est similaire à celle d'une aile d'avion [5]. Elle porte donc sur les différents paramètres qui permettent d'optimiser la portance de l'aile tout en réduisant sa traînée, les deux étant intimement liées.

Ces nouveaux dispositifs étant très onéreux, nous nous sommes vite aperçus qu'il ne serait pas facile de les étudier. Nous avons alors décidé de modéliser un foil grâce au logiciel solidworks et de l'imprimer à l'aide d'une imprimante 3D (échelle 1/5ème). Nous avons ensuite dû imaginer un dispositif permettant de tracter l'hydrofoil le long d'un bassin afin de déterminer les paramètres influençant la portance et la trainée.

Le plus délicat fut de réaliser un dispositif qui ne permette qu'un mouvement vertical afin d'étudier la portance indépendamment du moment d'encastrement. Enfin nous avons exploité les résultats à l'aide des logiciels aviméca et regressi.

Nos expériences nous ont menés à prendre de nombreuses initiatives pour essayer de quantifier les forces en présence. Nous avons entre autre envisagé d'étudier différents profils d'ailes et de modifier le fluide dans le bassin.

Dans l'ensemble de notre projet nous avons cherché à rester cohérents notamment en comparant nos résultats avec des études équivalentes sur les avions et en nous assurant que la réduction d'échelle apportait des résultats applicables au hydrofoils. Nous avons par exemple essayé de faire coïncider le nombre de Reynolds de l'expérience à celui de la réalité [6].

Pour parfaire notre étude des hydrofoils en T nous avons également cherché à exploiter le profil d'aile dessiné sur solidworks à l'aide du logiciel XFLR5, très utilisé par les concepteurs de foils en T.

Problématique retenue

Quels sont les paramètres qui affectent l'efficacité d'un hydrofoil ? Dans quelle mesure l'utilisation du foil offre un avantage économique et écologique par rapport à une embarcation standard ?

Objectifs du TIPE

Plusieurs objectifs au long de ce TIPE :

- Mettre au point un dispositif afin d'étudier et de mesurer directement, à échelle réduite, les différents paramètres influençant la portance et la trainée créées par une aile d'hydrofoil.
- Approfondir cette étude expérimentale par une modélisation informatique permettant une visualisation plus complète du phénomène à l'aide d'un tracé de lignes de champs de vitesse et de pression autour d'une aile de foil.
- Faire un lien et essayer de comparer un foil grandeur nature avec mon modèle réduit à l'aide des deux études précédentes.

Abstract

Hydrofoils get a promising development in the coming years. As a matter of fact, this submarine wing allows reducing considerably the friction between the hull and the water by a quite new process extracting the hull from the sea. At a certain speed, because of its profile, the lift produced by the hydrofoil equals the boat's weight allowing the boat to "take off". Consequently, hydrofoil diminishes the contact surface with water. My aim is to study the impact of different factors such as speed on the lift power of a given foil.

Références bibliographiques

- [1] CHARLES BERTRAND : Comment marchent les voiliers : Les foils ou la tentation de s'affranchir d'Archimède, Collectoin comprendre voiles et voiliers, 2014
- [2] HYDROFOILWORLD.ORG : All about hydrofoils : <http://www.hydrofoilworld.org/theater/> , consulté en janvier 2017
- [3] JOSÉ-PHILIPPE PEREZ : Mécanique : fondements et applications : *Chapitres 31 et 32, Masson, 2001*
- [4] RAYMOND COMOLET : Mécanique expérimentale des fluides : *Tome 1, Masson , 1997*
- [5] L'AVIONNAIRE : <http://www.lavionnaire.fr/> , consulté à de nombreuses reprises entre mai 2016 et mars 2017
- [6] STEVEN A. HUGHES : Physical models and laboratory techniques in coastal engineering : *Advanced series on ocean engineering, 1993*
- [7] FOILERS : <https://foils.wordpress.com/> : consulté pour la première fois en janvier 2016
- [8] BERTRAND JOLY : Mécanique des fluides : les foils : <http://bertrand.joly3.free.fr/pages/projet/systeme%20energetique/Pre-dimensionnement.pdf> , consulté début 2016 (en sup)