

L' HYDROFOIL

Pour accroître la vitesse d'une embarcation il y a deux solutions : augmenter la puissance de propulsion ou réduire la résistance à l'avancement.

Je m'intéresse à cette deuxième option, plus écologique.

L'hydrofoil est une invention permettant de réduire les frottements visqueux dus à l'eau en extrayant la carène d'un navire du milieu marin.

Je cherche donc à optimiser les caractéristiques de l'hydrofoil pour augmenter la force de portance et réduire la force de traînée.

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

Liste des membres du groupe :

- BEZ Fabien

Positionnement thématique (étape 1)

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

Mots-clés (étape 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Portance</i>	<i>Lift</i>
<i>Transport maritime</i>	<i>Sea transport</i>
<i>Modèles physiques</i>	<i>Physical models</i>
<i>Trainée</i>	<i>Drag</i>
<i>Energie propre</i>	<i>Clean energy</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 propulsive et en réduisant les frottements visqueux exercés par l'eau sur la carène d'un navire. [7]
Cette dernière approche, plus écologique, est permise, entre autre, par l'utilisation d'hydrofoils. En effet, ce dispositif permet une réduction optimale des frottements fluides en limitant la zone de contact coque/eau [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 [1,4]. Ce domaine n'étant jusqu'ici que majoritairement expérimental, il n'est pas évident 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 [3]. 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 [5].

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

Nos recherches bibliographiques ne nous ont pas permis de trouver d'études des hydrofoils en T.

Nous souhaitons comprendre :

Comment fonctionnent ces hydrofoils.

Comment optimiser la portance tout en minimisant la trainée.

Objectifs du TIPE

Mes objectifs sont multiples :

1 - Mise au point d'un dispositif experimental permettant de mesurer et d'étudier l'influence de différents paramètres sur la force de portance générée par un foil de dimension réduite (échelle 1/5 ème).

2 - Utilisation de logiciels de simulation numérique d'une part pour visualiser les champs de pression et de vitesse autour d'un foil et d'autre part pour étudier différents profils d'ailes afin d'approfondir l'étude expérimentale.

Abstract

Hydrofoil is a wing under water used to lift the boat's hull. At a certain speed, the lift produced by the hydrofoil equals the boat's weight. Therefore the hull comes out of the water.

I wanted to check if the lift produced by the hydrofoil was proportional to the quadratic speed at high Reynolds numbers.

So I designed a small hydrofoil and a system that enables a vertical translation of the foil to study the impact of different factors as speed on the lift.

According to some researchers hydrofoils may be the dominant method of sea travelling in the future.

Références bibliographiques

[1] JOSÉ-PHILIPPE PEREZ : Mécanique : fondements et applications , : *Chapitres 31 et 32, Masson, 2001*

[2] . : Hydrofoilworld.org , All about hydrofoils, : <http://www.hydrofoilworld.org/theater/> , consulté en janvier 2017

[3] . : L'avionnaire : <http://www.lavionnaire.fr/> , consulté à de nombreuses reprises entre mai 2016 et mars 2017

[4] RAYMOND COMOLET : Mécanique expérimentale des fluides , : *Tome 1, Masson , 1997*

[5] STEVEN A. HUGHES : Physical models and laboratory techniques in coastal engineering : *Advanced series on ocean engineering, 1993*

[6] . : Foilers : <https://foils.wordpress.com/> , consulté pour la première fois en janvier 2016

[7] CHARLES BERTRAND : Comment marchent les voiliers : *Les foils ou la tentation de s'affranchir d'Archimède, Collectoin comprendre voiles et voiliers, 2014*

[8] BERTRAND JOLY : Mecanique des fluides : les foils : <http://bertrand.joly3.free.fr/pages/projet/systeme%20energetique/Pre-dimensionnement.pdf> , consulté début 2016 (en sup)