

Étude des forces hydrodynamiques appliquées à l'hydrofoil.

Étant curieux de découvrir les mécanismes mis en jeux par les objets aérodynamiques dans l'air et dans d'autres milieux, l'étude d'une aile d'hydrofoil s'inscrivait parfaitement dans cette perspective.

De plus, cette étude repose sur les interactions entre l'aile et les différents milieux dans lesquels elle est plongée. Elle est donc explicitement inscrite dans le thème de cette année.

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

Liste des membres du groupe :

- GIRBAL Alexandre

Positionnement thématique (phase 2)

PHYSIQUE (Mécanique).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Hydrofoil</i>	<i>Hydrofoil</i>
<i>Portance</i>	<i>Lift</i>
<i>Trainée</i>	<i>Drag</i>
<i>Hydrodynamique</i>	<i>Hydrodynamic</i>
<i>Aile</i>	<i>Wing</i>

Bibliographie commentée

Les problèmes de résistance à l'avancement des navires sont connus depuis de nombreuses années et sont le fruit de multiples recherches [1]. En effet la puissance à fournir à un navire classique croît grandement avec sa vitesse à cause de la résistance de vague [2]. Cette contrainte peut être légèrement minimisée par la déjaugage d'un navire (autrement appelé planning), phénomène permettant au bateau de diminuer sa surface immergée à grande vitesse et rendant négligeable la poussée d'Archimède, ainsi le bateau plane sur l'eau [6]. Malgré les avantages que procurent ce phénomène, les pertes énergétiques restent conséquentes, c'est pourquoi depuis le milieu des années 50 de nouveaux prototypes de navires ont vu le jour, dotés d'hydrofoils.

L'hydrofoil est un objet analogue à une aile d'avion, positionnée sous l'embarcation et dont le but est de limiter la surface de contact entre l'eau et la carène du navire. Dans le cas du bateau (mais cela est valable pour tout objet équipé d'hydrofoil), le foil lui permet de s'élever au dessus de l'eau : ainsi l'aile constitue la seule surface immergée. Sans cesse optimisé, l'hydrofoil est aujourd'hui utilisé dans différentes disciplines sportives, comme le Kiteboarding, le Stand Up Paddle, ou la navigation en régate (Vendée Globe, Coupe de l'America) [1].

L'efficacité d'une aile dépend de l'utilité qu'on en a : à un foil de kiteboarder qui permet de

naviguer par vent léger, on préférera un foil plus stabilisant et plus rapide pour un bateau de course. Pour jouer sur ces facteurs, il y a plusieurs paramètres à prendre en compte :

- le profil de l'aile détermine les caractéristiques des forces de trainée et de portance associées, ainsi que l'angle d'attaque limite (au delà duquel le foil devient inutile) [7].
- l'angle d'attaque de l'aile par rapport au fluide, qui influe aussi sur ces forces [7].
- le nombre de Reynolds, défini en fonction de la taille de l'aile, de sa vitesse et des caractéristiques du milieu dans lequel elle est plongée, donne des informations sur l'écoulement du fluide autour de l'aile [3].

À l'aide de la théorie de la mécanique des fluides appliquée à l'aile d'un hydrofoil, il est possible d'étudier ces facteurs et leurs impacts sur l'efficacité de celui-ci [4,5].

Problématique retenue

Les différents usages des hydrofoils et leurs avantages en comparaison aux modes de transports maritimes classiques.

Quels sont les intérêts, les contraintes et les limites à leur utilisation?

Objectifs du TIPE

L'objectif de mon projet est d'abord d'étudier, avec mon binôme, les principes de fonctionnement de l'hydrofoil ainsi que les avantages de son utilisation sur certains modes de transports maritimes. De plus, j'expérimenterai et analyserai les contraintes, ainsi que les limites au bon usage de l'hydrofoil pour en assurer l'optimisation.

Abstract

The principles involved in the proper functioning of a hydrofoil are unclear and described by several theories. The project specific aim was to understand and to compare these approaches, but also to show limits and constraints of such wing.

To this end, we set up an experiment with an hydrofoil of our design in a water tank, but faced difficulties measuring drag force. Thus we created a second experiments in a blowing system, which led, alongside the first one, to a better grasp of the phenomena.

The final step was to think about hydrofoil's restrictions, and conclude about its usefulness.

Références bibliographiques (phase 2)

[1] JEAN GROSSMANN : Théorie du foil :

http://www.rivieres.info/antho/theorie_foil/theorie_du_foil.htm

[2] PIERRE DEVAUCHELLE : Dynamique du navire : *Masson*

[3] JOSÉ-PHILIPPE PEREZ : Mécanique, fondements et applications : *Masson Sciences, Dunod*

[4] THIERRY FAURE : Dynamique des fluides appliquée Applications à l'aérodynamique : *Dunod*

[5] RÉGIS JOULIE : Mécanique des fluides appliquée : *Ellipses*

[6] FLORENCE OFENSTEIN, JULIEN THUILLIEZ : Culture maritime : Le planning :

https://www.culture-maritime.com/fr/page-he4_cours.xhtml

[7] JOHN F. WENDT : Computational Fluid Dynamics : *Von Karman Institute*

DOT

- [1] *Décision en septembre d'étudier les principes de fonctionnement de l'hydrofoil, suite à la lecture de l'article sur Sea Bubbles publié dans Futura Sciences*
- [2] *Compréhension de la théorie hydrodynamique de l'aile, et analogie avec l'aviation.*
- [3] *Imagination d'une première expérience dans l'eau.*
- [4] *Prise de contact avec un expert, réalisation d'une aile et de l'expérience.*
- [5] *La théorie n'étant pas entièrement vérifiable, mise en place d'une deuxième expérience dans l'air qui vient compléter la première.*
- [6] *Réflexions sur les limites et contraintes liées à l'hydrofoil.*
- [7] *Étude de différences de formes et de placements de foils.*