

Étude des performances d'un hydrofoil

Ces dernières années, une technologie a révolutionné le monde de la voile : le foil. Pratiquant ce sport en compétition depuis 11 ans, j'ai eu l'occasion de tester cette technologie et il m'a semblé intéressant de l'étudier afin de mieux comprendre son comportement.

Le foil change complètement l'expérience du pratiquant, par conséquent il est devenu une partie intégrante des supports de navigation afin d'améliorer les performances des embarcations. Il paraît intéressant d'étudier son fonctionnement et plus précisément, l'influence de certains paramètres comme la vitesse de l'engin ou son angle d'incidence sur le foil.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *PHYSIQUE (Mécanique)*
- *SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Mécanique)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

<i>Hydrofoil</i>	<i>Hydrofoil</i>
<i>Mécanique des fluides</i>	<i>Fluid mechanics</i>
<i>Force de portance</i>	<i>Lift force</i>
<i>Angle d'incidence</i>	<i>Angle of incidence</i>
<i>Vitesse</i>	<i>Speed</i>

Bibliographie commentée

Tout sport tend à évoluer technologiquement et la voile n'est pas une exception. D'abord, on a constaté l'apparition de bateaux à deux ou trois coques permettant de réduire la surface mouillée et d'augmenter la voilure car ils gagnent en stabilité. Puis, dans ce même objectif de réduire la surface mouillée, est apparu l'hydrofoil. Il a été découvert par hasard au XIXème siècle, mais sa popularisation est récente : lors d'une compétition en 2013, une faille dans le règlement a permis à des catamarans d'utiliser des hydrofoils ce qui a permis de démontrer le gain de performance en compétition et de le populariser auprès du public et des marins. Depuis, les hydrofoils sont de plus en plus accessibles et utilisés [1][2].

Un hydrofoil -communément appelé foil par les pratiquants- est un appendice immergé et attaché à un support -tels qu'un voilier ou une planche- lui permettant de s'élever par rapport

au niveau de l'eau. En effet sa forme profilée et sa position sont choisies de manière à produire une force de portance [2]. Cet effet est très recherché car il permet presque de supprimer les frottements avec les vagues et l'eau créant à la fois une sensation de liberté très recherchée par les pratiquants, un certain confort auditif et surtout un gros gain de vitesse. Son fonctionnement -comparable celui d'une aile d'avion- repose principalement sur sa forme profilée : il est bombé à l'extrados et plat à l'intrados. Le fluide aura donc une distance plus importante à parcourir à l'extrados qu'à l'intrados en une même durée et donc devra aller plus vite à l'extrados. Par conséquence du théorème de Bernoulli, il y a une dépression à l'extrados causant une aspiration et une surpression à l'intrados causant une poussée sur le foil [3][4].

En utilisant le foil, on intègre à la dynamique archimédienne une dynamique galiléenne, modifiant ainsi tous les principes d'équilibre [2]. On appelle phase de vol la phase où le support sort de l'eau. Les axes régissant le déplacement sont le roulis, le tangage et le lacet de même que pour un avion. Cela apporte une dimension nouvelle à la pratique de la voile [4]. Puisque son utilisation repose sur sa capacité à soulever un support à l'aide d'une force de portance, il apparaît intéressant de comprendre ce qui caractérise cette force. L'équilibre du bateau n'est plus soumis à la forme des vagues ou aux chocs du clapot car ils n'influent pas directement sur la portance des foils. La portance dépend de la vitesse du support et de l'angle d'incidence défini par l'assiette du bateau [2]. On cherchera donc l'influence de la vitesse sur la portance à angle d'attaque fixé puis l'influence de l'angle d'attaque sur la portance à vitesse fixée.

Problématique retenue

Comment créer un banc d'essai simple pour tester le fonctionnement et les performances du foil ? Peut-on ensuite conclure quant à l'influence de la vitesse et de l'angle d'incidence sur notre système ?

Objectifs du TIPE du candidat

1- Créer un banc d'essai pour étudier le foil : créer une liaison glissière pour permettre au foil de monter mais aussi à l'angle d'incidence de varier et créer un système permettant de tracter le foil en ligne droite à une vitesse donnée.

2- Mesurer, à angle d'incidence α fixé, la portance en fonction de la vitesse de traction puis mesurer la portance en fonction de α à vitesse fixée.

3- Exploiter les mesures réalisées, les confronter avec la réalité et en déduire les conséquences sur la navigation.

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] GROSSMANN, XAVIER : Conception et fabrication d'un système d'hydrofoils pour un catamaran de sport de 20 pieds : <https://espace.etsmtl.ca/id/eprint/1641/>
- [2] ERIC TERRIEN : Stabiliser le vol d'un voilier à foils : le bateau comme partenaire : <https://nantes-universite.hal.science/tel-03990529/>
- [3] ED. W. : LE FOIL, UNE VÉRITABLE RÉVOLUTION POUR LE PILOTAGE NAUTIQUE ? : <https://www.mer-ocean.com/le-foil-une-veritable-revolution-pour-le-pilotage-nautique/>
- [4] MAIA GALOT : Retour d'expérience : première fois en foil : <https://www.surfsession.com/culture-surf/retour-dexperience-premiere-fois-en-foil/>