

Présentation Projet Personnel

Dans le cadre de mon TIPE (Travail d'Initiative Personnelle Encadré) sur le thème de l'océan, je me suis intéressé à un des sports pratiqués dans ce milieu : le surf. L'étude de ce dernier m'a permis d'appliquer différents principes de la mécanique des fluides à une situation réelle. J'ai de plus toujours été intrigué par les mouvements rapides et fluides des surfeurs. Je me suis alors intéressé aux principes mécaniques mis en œuvre lors de la pratique de ce sport et à l'importance des dérives dans le mouvement du surfeur. J'ai donc décidé d'étudier les dérives de surf, en particulier leurs relations avec des forces mécaniques dans le but d'optimiser leurs répercussions sur la maniabilité et vitesse de la planche de surf.

Les travaux qui permettent d'étudier les performances des ailerons se basent sur deux critères principaux : la portance et la traînée. Ce sont les deux forces principales qui vont évoluer lorsque l'on modifie le profil de la dérive. Ces forces dépendent des coefficients de portance et de traînée, spécifiques à chaque géométrie.

J'ai donc amorcé la réalisation de ce projet par une recherche bibliographique et scientifique sur ce sujet. La première étude sur ce thème, publiée en 2009 par Lavery et Foster, a permis de comparer l'efficacité de différents types de dérives. Ces deux chercheurs à l'université de Swensea au Royaume-Uni sont les précurseurs des différents travaux dans ce domaine. Leur but était de modéliser et comparer la valeur de la force de portance en fonction de la présence ou non de filets sur la dérive, c'est-à-dire en fonction de la largeur de la base de la celle-ci. Ces travaux ont permis de conclure à l'influence de la présence de filets sur la portance mais n'ont pas pu établir une relation directe entre les deux. Or, en 2015, une thèse sur le sujet est publiée. L'auteure, Megan MacNeill, s'est inspirée des nageoires de différents animaux aquatiques pour créer neuf différents profils de dérives. Elle a pu comparer les coefficients de traînée et de portance pour les neuf profils et pour différents angles d'attaques, obtenus expérimentalement et grâce à la même méthode de calcul numérique CFD.

L'objectif de mon projet est donc de déterminer quels modèles sont les plus efficaces en termes de traînée et de portance via le calcul de la finesse, c'est-à-dire le rapport de la portance et de la traînée. Plus ce coefficient est élevé, plus l'aileron sera efficace : il s'agira du meilleur compromis entre portance et traînée. Or, ces forces possèdent des formules assez similaires sous la forme de :

$$F = C_x \cdot p \cdot S \cdot (V^2 / 2)$$

avec : F : la norme de la force de traînée/portance

p : la masse volumique du liquide

S : la surface alaire de la dérive (sur laquelle la liquide exerce la force)

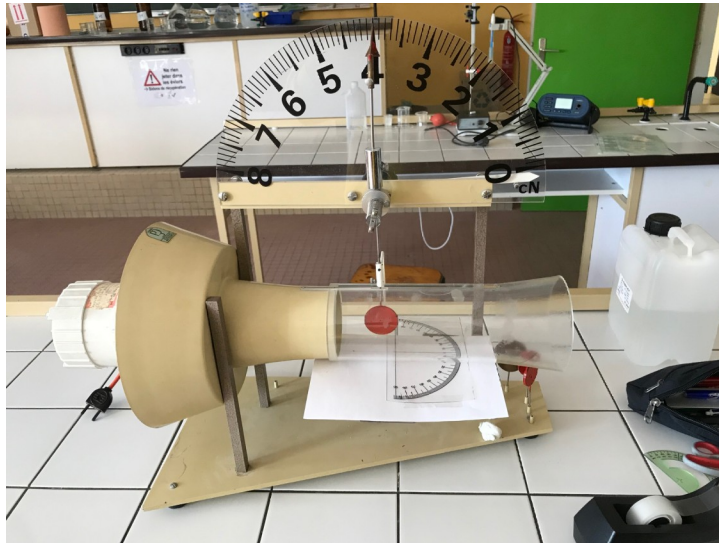
V : la vitesse relative du liquide

C_x : le coefficient de traînée/portance

La finesse va donc être le rapport entre le coefficient de traînée et de portance. On va donc chercher à calculer les coefficients de la dérive pour obtenir sa finesse.

J'ai ainsi décidé de prendre des dérives préexistantes et de calculer leurs coefficients de traînée et de portance expérimentalement. Pour cela, j'ai décidé de prendre 3 dérives utilisées dans la thèse de Megan MacNeill pour pouvoir comparer mes résultats avec ceux de sa thèse et obtenir une approximation de l'incertitude. J'ai donc pris une dérive créant une forte force de traînée, une créant une forte force de portance et enfin une possédant une forte finesse. Avec l'aide de l'équipement de mon établissement, j'ai confectionné des répliques exactes de ces dérives en mousse de polystyrène à deux échelles différentes et j'ai utilisé deux expériences différentes :

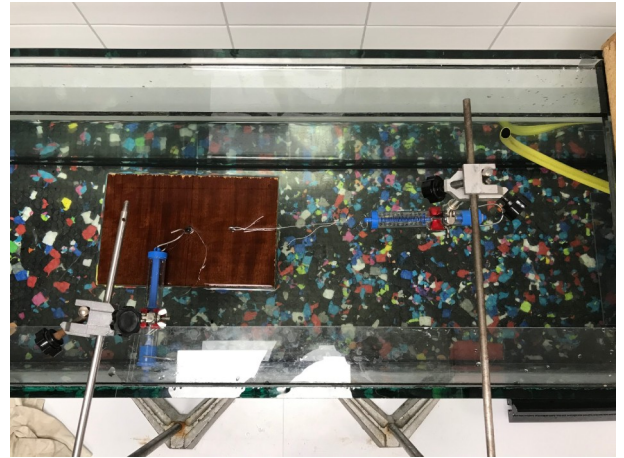
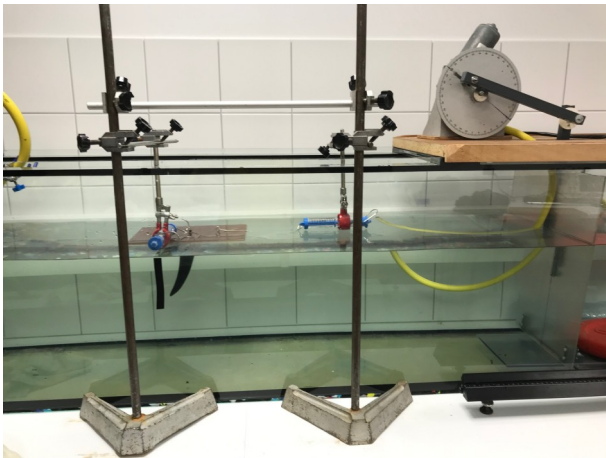
-1ère expérience : Calcul de force de traînée par soufflerie



En allumant la soufflerie, l'obstacle rouge décale la flèche rouge du centre grâce à la force de traînée qu'il subit. On fait alors tourner la flèche blanche se trouvant aux 0 de l'échelle jusqu'à que la flèche rouge se retrouve au centre, ce qui correspond à la valeur de la force de traînée en centinewton.

Je remplace ensuite l'obstacle rouge par les 3 différentes dérives et j'utilise le rapporteur pour donner des angles précis aux dérives lors des calculs (0° , 15° et 25°) dans le but de comparer ces valeurs avec celles de la thèse de Megan MacNeill en fonction de ces angles d'attaque. Enfin pour le calcul de coefficient, j'ai choisi d'utiliser les valeurs à 25° car ce sont les angles où l'amplitude de la force est théoriquement la plus grande.

-2ième expérience : Calcul de force de portance avec le bac à eau



La seconde expérience est beaucoup plus complexe à mettre en place mais théoriquement plus précise que la première. J'ai imité la structure de l'expérience utilisée dans la thèse de MacNeill, tout en modifiant certains aspects de celle-ci du fait des contraintes d'équipement liée à mon établissement.

Ici, les dérives sont attachées à un support en bois flottant dans le bac. Un rapporteur est attaché entre les dérives et le support pour pouvoir mesurer l'angle d'attaque. Ce même support est relié à deux dynamomètres par des fils de fer (utilisés pour leur solidité et pour réduire l'incertitude lors de la mesure). L'un des dynamomètres est installé de façon parallèle au mouvement de l'eau, ce qui permet le calcul de la force de traînée. Le second dynamomètre est perpendiculaire au mouvement de l'eau, calculant ainsi la force de portance. Enfin, tout ce système est soumis à un débit d'eau constant et calculable (permettant d'obtenir la vitesse du fluide) venant du tube jaune sur la droite. Les dérives utilisées sont hydrophobes et sont de la même échelle que celle de la thèse de MacNeill. Pour cette expérience, j'ai pu seulement mesurer la valeur de force à 25 degrés par manque de temps.

Malheureusement, dû au contexte sanitaire COVID-19 et à la fermeture des lycées, je n'ai pas eu le temps de mettre en place un nombre suffisant d'expériences et pour obtenir des résultats satisfaisants. Les rares valeurs obtenues viennent de différents essais des expériences, en fonction de valeurs non utilisées durant la thèse de MacNeill, rendant ces valeurs inutilisables. Cependant, durant ces essais, les résultats ont été en accord avec mes hypothèses : les 3 dérives ont gardé leurs relations théoriques d'amplitudes des forces de traînée et de portance). Cela m'a permis de confirmer l'efficacité de ces deux expériences et de ma méthode de recherche.

En conclusion, ce projet m'a permis d'améliorer ma compréhension de la mécanique des fluides et de développer mes connaissances sur un sujet qui m'intéresse. J'ai pu également améliorer mes capacités de documentation et de mise en œuvre expérimentale des données à ma disposition, dans un objectif de recherche scientifique.