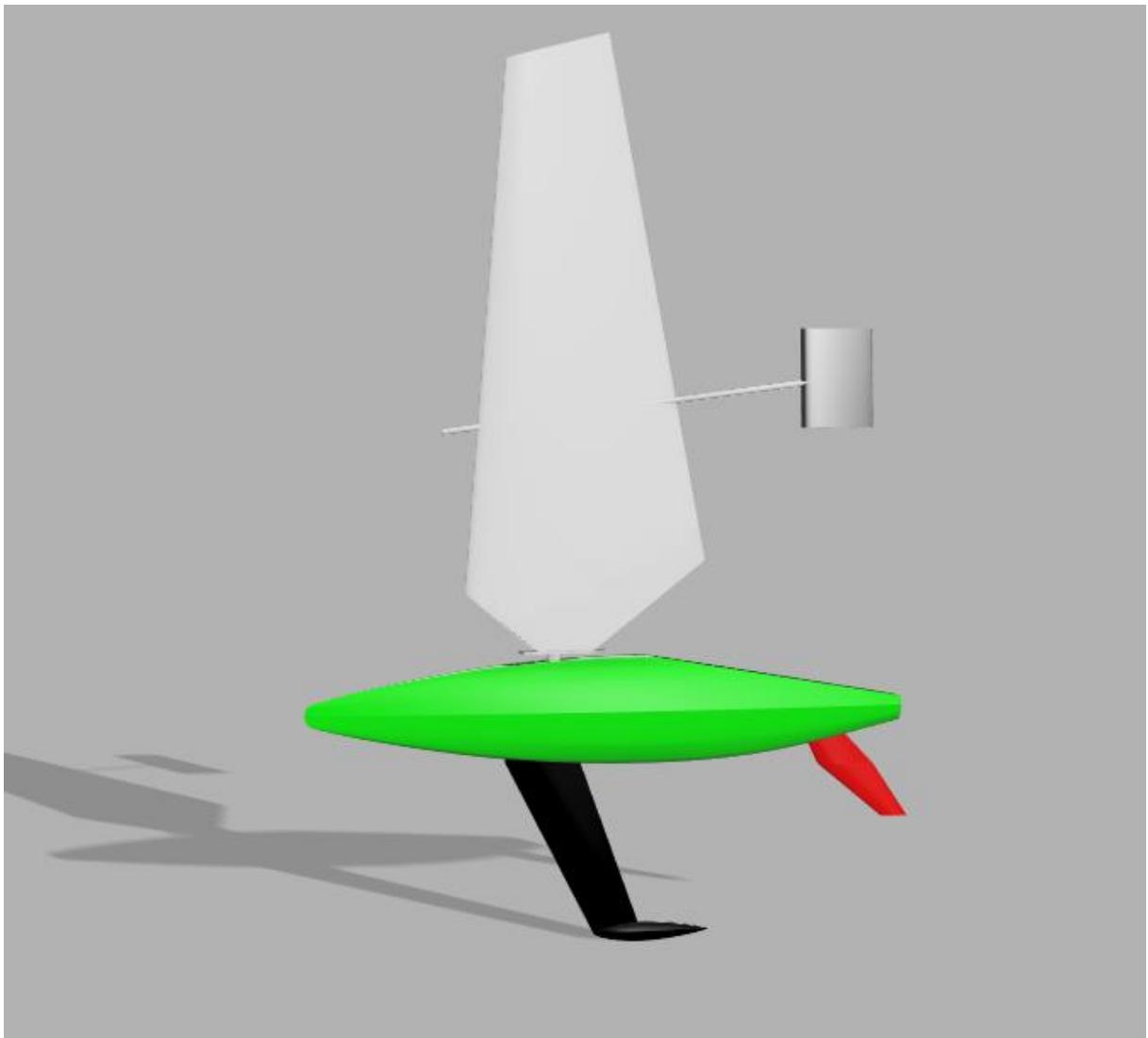


# Stage de deuxième année

Corentin Lemoine



## Table des matières

Introduction .....	3
Partie I : Mécanique .....	4
Safran.....	4
Coque.....	5
Quille.....	6
Aile.....	7
Partie II : Electronique .....	9
Architecture .....	9
Energie .....	9
Conclusion et Objectifs .....	10
Annexes .....	11

## Introduction

Ce stage a été effectué en binôme avec Colin Baumgard, et s'inscrit dans la continuation de notre projet de deuxième année.

Nous souhaitons participer au défi Micro-Transat. Ce challenge vise à traverser l'Atlantique en voilier rendu entièrement autonome soit d'ouest en est, soit d'est en ouest.

Le niveau de complexité est élevé puisque jusqu'à présent un seul bateau a réussi le défi : de l'est vers l'ouest. Les difficultés sont nombreuses, il est nécessaire de construire un bateau suffisamment robuste et stable car la traversée est parsemée d'obstacles : bateaux de commerce, houle, algues et tempêtes. Une difficulté majeure est la consommation d'énergie car au cours de la traversée il n'est pas possible recharger les batteries. Il s'agit donc de concevoir un bateau assez économe tout en restant suffisamment réactif pour pouvoir contrôler sa trajectoire.

Nous avons d'abord choisi les composants du bateau en s'inspirant de SailDrone (bateau orange ci-dessous), qui est commercialisé par une compagnie américaine et sert en tant que plateforme d'observation mobile de l'océan.

Sa principale caractéristique est la voile rigide munie d'un aileron comme sur un avion permettant de régler l'orientation de l'aile. En nous inspirant de SailDrone, nous nous proposons de construire deux bateaux : un bateau d'essai destiné à naviguer en rade à presque toutes les allures et un bateau pour le challenge Micro-Transat conçu pour naviguer au portant.

Le cadre de ce stage aura été particulier au vu des conditions sanitaires. Heureusement, les infrastructures nécessaires à la production de pièces en matériaux composites nous ont été accessible durant la période de notre stage, et nous ont permis d'avancer concrètement sur l'architecture du bateau.

## Partie I : Mécanique

### Safran

Le safran ainsi que son puit avaient été dessinés l'année dernière. Un des derniers chantiers de l'année aura été leur construction ; et l'installation du puit de safran aura été notre premier chantier de ce stage.



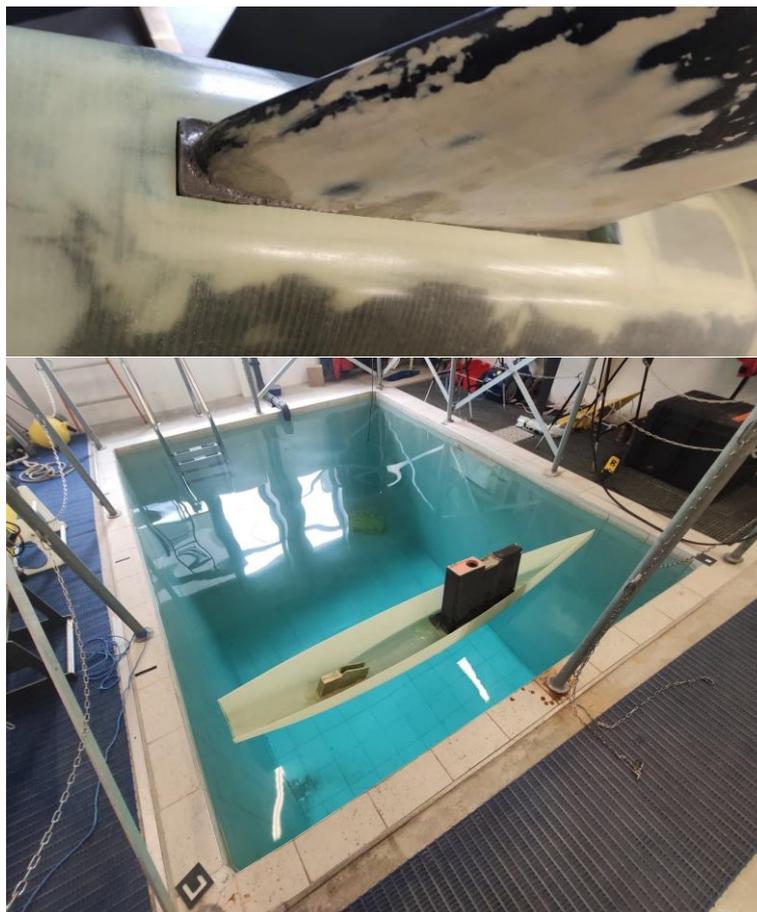
Cette étape illustre bien comment chaque étape est très chronophage : le temps passé à aligner le puit de safran dans la coque dans toutes les dimensions ne transparait pas dans le produit final. L'alignement cependant nous semble parfait, à l'œil nu comme au laser.

Concernant l'actionneur de ce safran, la décision avait été prise d'utiliser un servomoteur puisqu'un tel système est rapide à mettre en place, interchangeable facilement et sied à l'utilisation que l'on aura de ce premier bateau d'essai.

## Coque

Après de grosses avancées sur la coque l'année dernière lors de notre projet, les deux demi-coques sont en elles-mêmes prêtes à être collées ensemble mais tous les systèmes qui doivent être intégrés ne sont pas terminés.

De petits travaux ont quand même été effectués comme le renfort de la jonction entre la coque et le puit de quille et celle entre la coque et le puit de safran. Cette jonction aura nécessité l'achat d'un nouvel outil, une affleureuse, pour créer une continuité entre les matériaux composites de la coque et ceux du puit de quille.



## Quille

Comme pour la coque, la quille en elle-même n'a pas subi de grande transformation. Une des plus grandes tâches de notre stage aura été la réalisation du lest de 25kg en plomb qui trouvera sa place au bout de la quille. Ce poids spécifique a été choisie à la suite des calculs d'hydrodynamique et de stabilité et s'inscrit dans le bilan des masses (résumé, complet en annexe) suivant :

<b>Objet</b>	<b>Masse unitaire (kg)</b>
Coque	5
Quille	4,5
Bulbe	25
Puit de quille	5
Safran	2
Actionneur et tringlerie safran	1
Aile	7
Boite élec	4
Batteries	30

Ce lest dont la forme avait été usinée l'année dernière a été moulée dans du sable de moulage. Lors d'un premier essai, nous avons récupéré environ 25kg de sable de moulage stocké à l'Ifremer et appartenant à l'ENSTA mais cette quantité s'est avérée insuffisante pour emprisonner correctement notre forme et avoir une masse suffisante pour contenir le plomb liquide.

En effet le moule est constitué de deux demi-moules qui se séparent pour permettre à notre forme de sortir pour laisser sa place au plomb. Le poids insuffisant de la partie supérieure du moule a fait qu'en versant assez de plomb, du fait de la densité du plomb, la partie supérieure s'est soulevée par flottaison et le plomb s'est échappé par le plan de joint.

Après un achat de 50kg de sable de moulage et l'ajout de serre-joints sur les cadres du moule, nous avons réuni les conditions parfaites pour sortir notre bulbe du moule.



Une petite pièce a aussi été construite pour faire la liaison entre le puit de quille et la demi-coque supérieure, pour une meilleure rigidité de la structure et pour permettre l'utilisation de boulons de maintien en place de la quille et dont la tête sortira sur le pont.

## Aile

A la fin de l'année, la structure de l'aile était terminée et une de nos tâches était donc d'avancer sur la partie extérieure de l'aile, sa peau. Initialement, il était prévu de réaliser un sandwich airex-fibre de verre mais le poids de la structure et sa rigidité nous ont fait choisir d'utiliser un tissu provenant de l'aéronautique et plus particulièrement des ULM pour toiler l'aile. La pose de cette toile nécessite néanmoins un bord d'attaque et un bord de fuite solide, ce que nous nous sommes attelés à réaliser.



Le bord d'attaque est constitué d'airex manuellement thermoformé à l'aide d'un décapeur thermique, puis recouvert d'une couche de fibre de verre. Le bord de fuite quant à lui est composé de deux couches de fibre de verre encapsulant une baguette d'airex qui fournit la rigidité nécessaire entre les nervures de l'aile.

## Partie II : Electronique

### Architecture

Voici l'architecture qui avait été choisie lors du projet l'année dernière. Cette partie du projet n'a pas été remise en question.

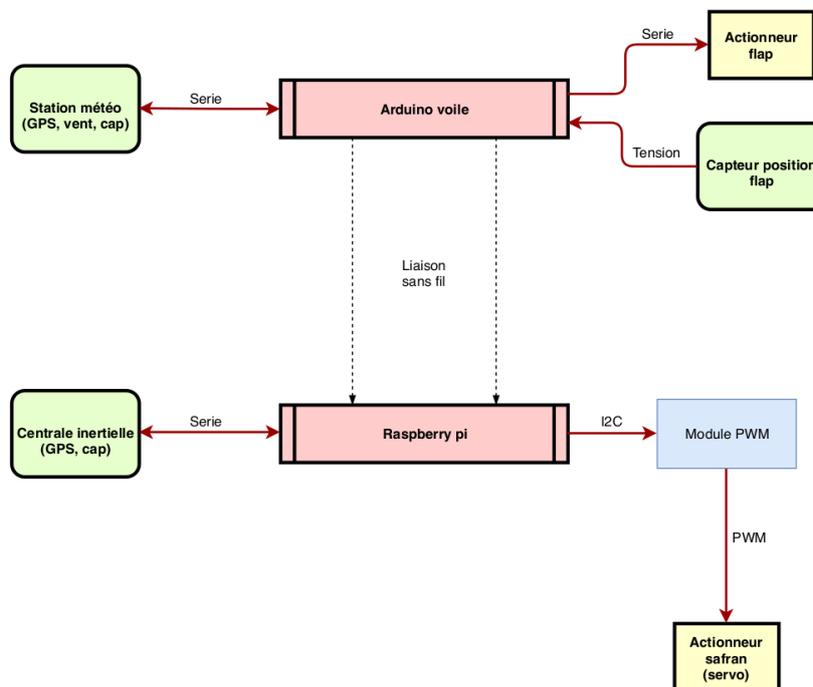


Figure 4 Architecture électronique du voilier

La question de la distribution de cette électronique dans le bateau s'est néanmoins posée à de maintes reprises dans l'optique de refermer les demi-coques. Cette architecture dépend notamment de l'emplacement des trappes permettant l'accès à l'intérieur de la coque, mais les dites trappes doivent être elles aussi placées stratégiquement pour permettre le collage des 2 demi-coques entre elles. Nous n'avons donc pas pris de décision définitive.

### Energie

L'énergie est un des problèmes majeurs de ce projet. Notre bateau, d'après des calculs conservatifs, met environ 4 mois à faire une traversée et donc la quantité d'énergie nécessaire est colossale si on ne l'économise pas. On doit donc trouver, pour la version transatlantique, une carte de contrôle autre qu'une carte Raspberry Pi car celle-ci est trop gourmande en énergie. Nous avons été conseillés par l'Iframer qui nous a présenté comme solution une de leurs cartes alliée aux piles LSH20 qui présentent l'avantage d'être compactes et d'avoir une grande capacité énergétique : donc une grande densité énergétique.

Les piles LSH20 étant non rechargeables, la version rade ne sera pas conçue avec une source d'énergie identique. Des batteries Li-Po semblent plus appropriées.

Le poids et le volume de ces batteries est cependant à prendre en compte : nous estimons à environ 30kg la masse à embarquer, et à répartir sur le bateau pour obtenir un centre de gravité aligné correctement sur le centre de gravité idéal de la carène.

## Conclusion et Objectifs

Ce stage aura été l'occasion de grandement progresser sur l'architecture mécanique du bateau. Peu de code aura été produit, mais l'avancement du projet ne permet pas de tester des programmes sur le bateau. Les défis que nous avons eu à surmonter n'en restent pas moins intéressants, et nécessitent la planification en amont de l'utilisation qui sera faite du bateau.

Je tiens à remercier, comme dans le rapport précédent les membres de l'association MicroTransat pour leur participation dans ce projet, ainsi que les élèves ANO qui nous ont aidés par leurs calculs ou leur travail.

Nous avons l'objectif avec l'association MicroTransat de continuer à avancer pour peut-être finir le premier bateau cette année. Dans cette optique, la liste des choses à faire a été dressée et sera en annexe.

## Annexes

[Lien vers le rapport de projet 2A](#)

[Lien vers le bilan des masses, et la résistance à l'avancement](#)

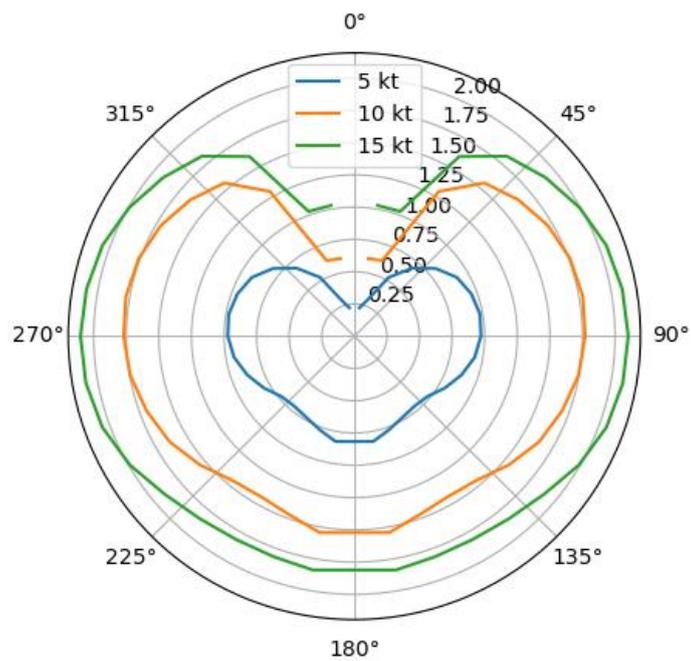


Figure 1: Résultat du VPP du bateau, vitesse du bateau en fonction de son allure (Dudley Loughlin, Sacaze Mathéo)

### Liste des choses à faire :

- Liaison bulbe – quille
- Liaison quille – puit de quille
- Trappes d'accès
- Fermeture des coques
- Pont
- Liaison mât – puit de mât
- Bras du flap
- Flap + motorisation
- Entoilage voile
- Tableau arrière
- Peinture