



PROJET VOILIER SEC : LE BATONOME



Table des matières :

PROJET VOILIER SEC : LE BATONOME	1
1. État du projet	4
1.1. Parties prenantes	4
1.2. Description du produit	4
Le produit initial	4
Communication radiocommande-voilier	4
Le besoin	4
1.3. Fonctionnalités	5
Diagramme fonctionnel du projet	5
Fonction principale n°1 : Naviguer en mode manuel	6
Solution technique	6
Fonction principale n°2 : Passer entre les deux mode de navigation	6
Solution technique	6
Fonction principale n°3 : Naviguer en mode automatique	6
Solution technique	6
Sous-fonction n°1 : Connaître la direction du vent	6
Solution technique	6
Sous-fonction n°2 : Connaître l'orientation du voilier	7
Solution technique	7
Sous-fonction n°3 : Connaître la position GPS du voilier	7
Solution technique	7
Fonction principale n°4 : Communiquer avec une station au sol	7
Solution technique	7
Diagramme fonctionnel enrichis	7
1.4. Exigences opérationnelles	8
Sûreté de fonctionnement	8
Fonctionnel	8
1.5. Plan de validation	9
EO1 : Défaut sur la communication radio	9
EO2 : Activation du mode manuel	10
EO3 : Navigation autonome	10
EO4 : Communication voilier - station au sol	10
1.6. Fonctionnalités réutilisables	10
Travaux existant	10
Limitation	11
EM1 : Portée du Zigbee	11
2. Architecture matérielle	11
3. Équipe	12

4. Planning du projet	13
4.1. Jalons et livrables	13
4.2. Planning de la première période	13
4.3. Backlog	13
5. Management du risque	14

1. État du projet

1.1. Parties prenantes

- Le client est l'Ecole Centrale de Nantes.
- L'équipe projet chargée de réalisation est composée d'Erwan, Thibault, Sacha et Aubin, Matthieu.
- L'équipe support scientifique est composée du professeur Hladik, du professeur Briday, et du technicien électronique Mathis Talon.

1.2. Description du produit

Le produit initial

On part d'un voilier classe 1M radiocommandé. Ce voilier est commandable grâce au pilotage des écoutes et du safran grâce à deux servomoteurs. Ces servomoteurs sont commandés par les deux signaux PWM issus du récepteur 2.5Ghz embarqués.

Communication radiocommande-voilier

La communication entre le voilier et l'opérateur pour la partie commande est une communication radio 2.5Ghz. L'utilisateur dispose d'une radiocommande 4 voies qui va lui permettre de contrôler le safran sur le manche de direction et les écoutes sur le manches des gaz. La commande du navire utilise donc deux voies. Il en reste 2 autres qui peuvent être reliés à des interrupteurs appelés auxiliaires ou des potentiomètre présent sur la radiocommande.

Commande	Localisation sur la radiocommande
Commande du safran	Gumball de Droite
Commande des écoutes	Gumball de Gauche

<Décrivez le produit fini attendu. Montrer clairement quels sont les besoins et comment le produit fini va répondre à ces besoins.>

Le besoin

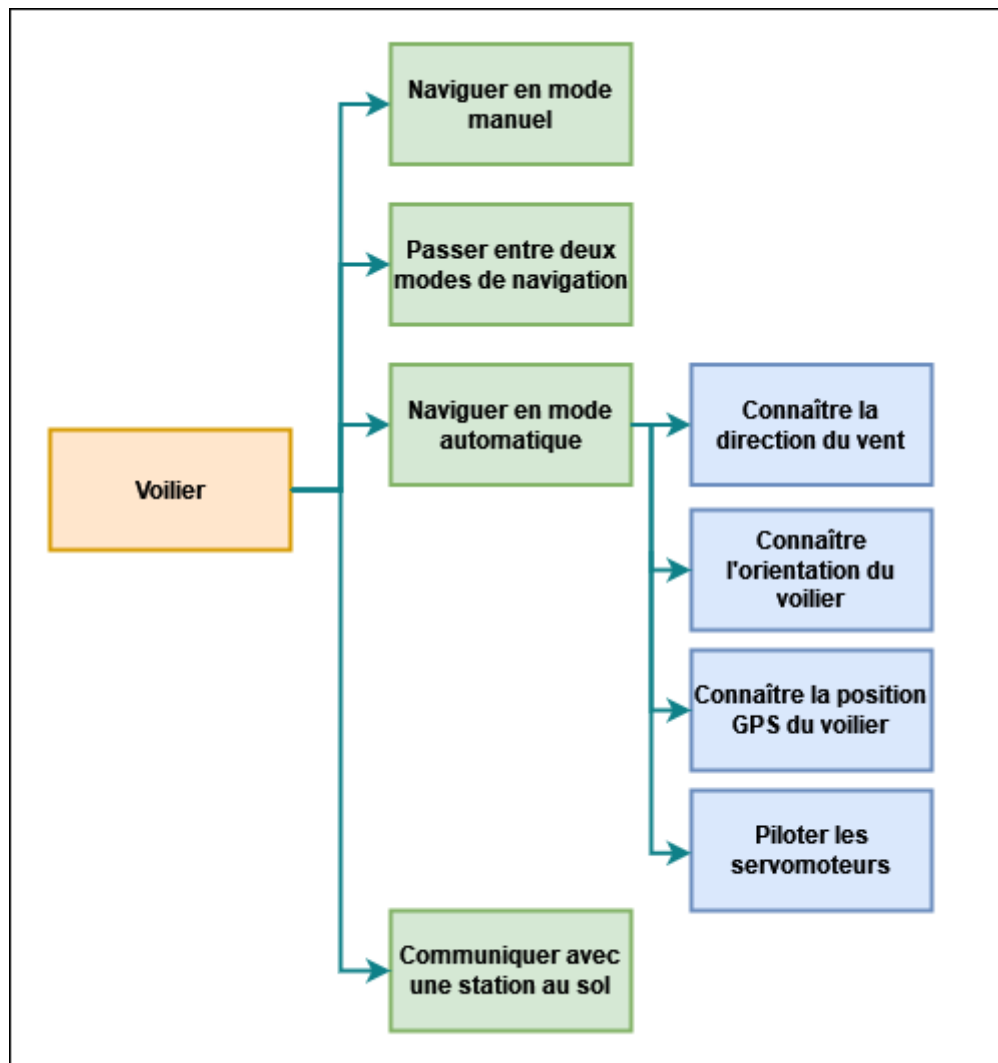
Nous souhaitons transformer un voilier classe 1M en voilier autonome capable de naviguer sur un plan d'eau lentique et sans obstacle afin de réaliser un parcours avec le contournement d'une bouée fixe ou virtuelle.

1.3. Fonctionnalités

Les fonctionnalités du navire sont listés ici :

Fonction principale 1	Naviguer en mode manuel
Fonction principale 2	Passer entre les deux modes de communication
Fonction principale 3	Naviguer en mode autonome
Fonction principale 4	Communiquer avec une station au sol

Diagramme fonctionnel du projet



Fonction principale n°1 : Naviguer en mode manuel

Nous souhaitons conserver le mode manuel du produit.

Solution technique

Conserver l'électronique présent sur le bateau.

Fonction principale n°2 : Passer entre les deux mode de navigation

Le voilier doit passer du mode manuel au mode autonome. Le changement d'état de la commande doit pouvoir se faire de trois façon :

- En tout temps, sur commande de l'opérateur au travers d'un interrupteur sur la radiocommande.

- Quand le mode autonome est actif, sur initiative de l'application embarquée de navigation autonome.
- En cas de perte de la communication entre le voilier et la radiocommande.

Une grande vigilance sera pratiquée concernant la sûreté de fonctionnement de cette fonction. On privilégiera une solution matérielle simple et efficace limitant le risque de défaillance.

Solution technique

Réalisation d'une carte électronique qui permet de basculer entre le signal PWM émanant du récepteur embarqué sur le bateau et celui de la carte de commande du mode autonome en fonction du signal PWM lié au récepteur.

Fonction principale n°3 : Naviguer en mode automatique

En mode autonome, le voilier sera capable de naviguer sans action humaine. C'est-à-dire que la commande du safran et des écoutes sera pilotée par une application embarquée qui prendra en compte des constantes de navigation du voilier. Le voilier sera en mesure de contourner une balise dont les coordonnées sont connues.

Solution technique

Un micro-contrôleur STM32F4 déterminera pilotera les servomoteurs de contrôle du voilier en fonction de loi de commandes basés sur les données issues des capteurs embarqués.

Sous-fonction n°1 : Connaître la direction du vent

Nous avons besoin de connaître, en tout temps, la direction du vent.

Solution technique

Nous réaliserons un capteur de vent, à l'aide d'un codeur incrémental et d'impression 3D

Sous-fonction n°2 : Connaître l'orientation du voilier

Nous avons besoin de connaître, en tout temps, l'orientation du voilier.

Solution technique

Sous-fonction n°3 : Connaître la position GPS du voilier

Nous avons besoin de connaître, en tout temps, la position GPS du voilier. Elle doit être la plus précise possible, inférieure à 5 cm.

Solution technique

Nous utiliserons un GPS RTK.

Sous-fonction n°4 : Piloter les servomoteurs

Nous avons besoin de piloter les deux servomoteurs présents sur le voilier pour le diriger.

Solution technique

Nous allons générer des signaux PWM pour piloter les servomoteurs

Fonction principale n°4 : Communiquer avec une station au sol

Le voilier doit pouvoir transmettre des informations à une station au sol. Ces informations serviront au développement et au debug du navire. Dans ces informations, seront transmises les données issus des différents capteurs présents sur le voilier et les journaux d'exécutions des programmes embarqués. Inversement on doit pouvoir transmettre des données au navire comme les données de localisation de la balise.

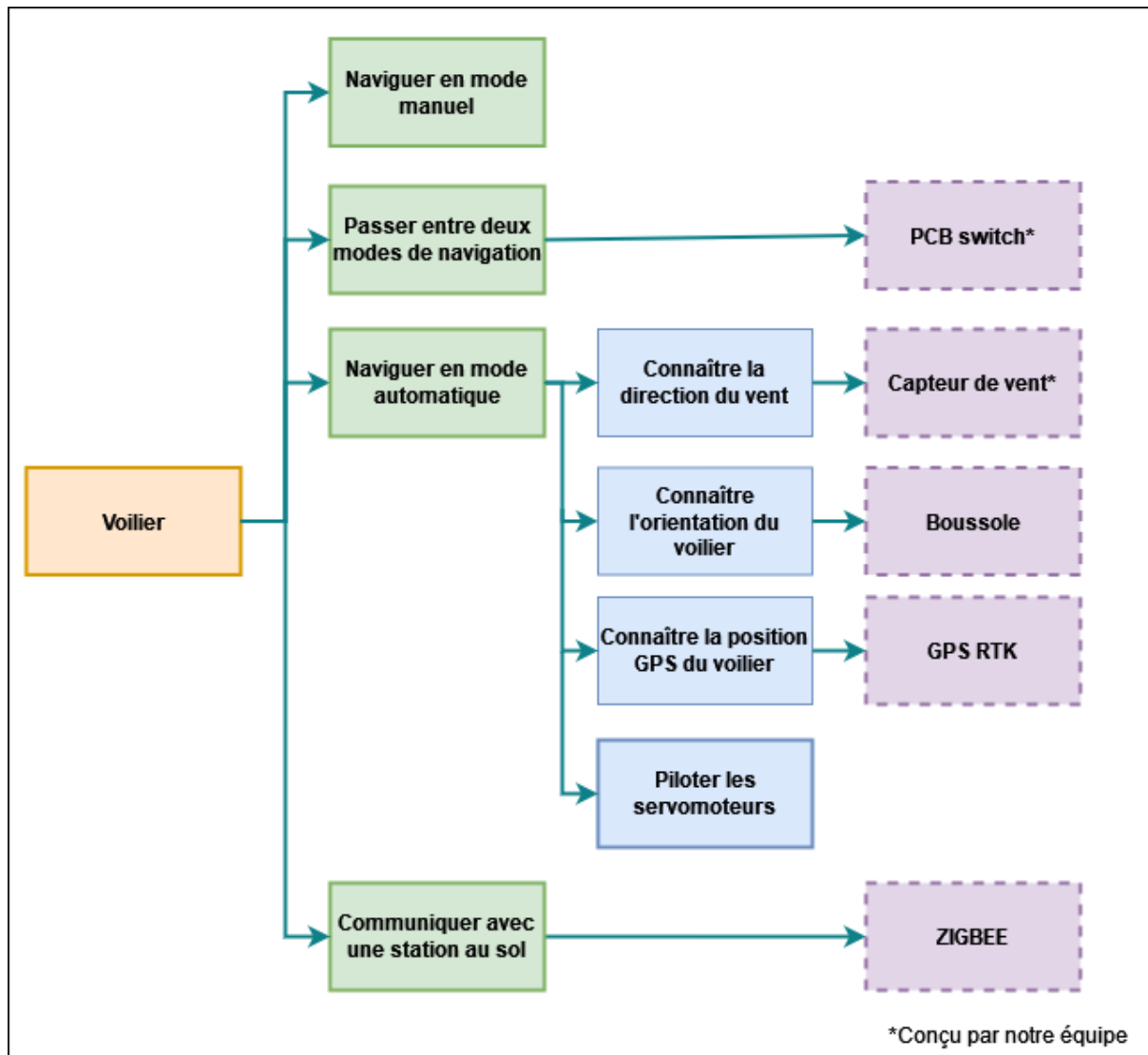
On souhaite donc établir une communication sans fil bi-directive ayant une portée suffisante (200m) et un débit acceptable. On souhaite que la communication soit stable.

On va transmettre les informations issues des capteurs présents sur le navire du navire à la station au sol. Et on va transmettre des données de configuration de la station au sol au navire. L'idée est de pouvoir contrôler les constantes de navigations de navire tout en pouvant influencer sur certain paramètre de commande de navigation lorsque le navire est sur l'eau. Cela va permettre de gagner du temps lors de la finalisation du développement.

Solution technique

Nous utiliserons le protocole de communication Zigbee pour assurer la communication bi-directionnelle entre le voilier et la station au sol. Un point de vigilance est à lever sur la portée en condition réelle de cette solution.

Diagramme fonctionnel enrichis



1.4. Exigences opérationnelles

On souhaite que le produit résultant du projet batonome réponde à certaines exigences opérationnelles.

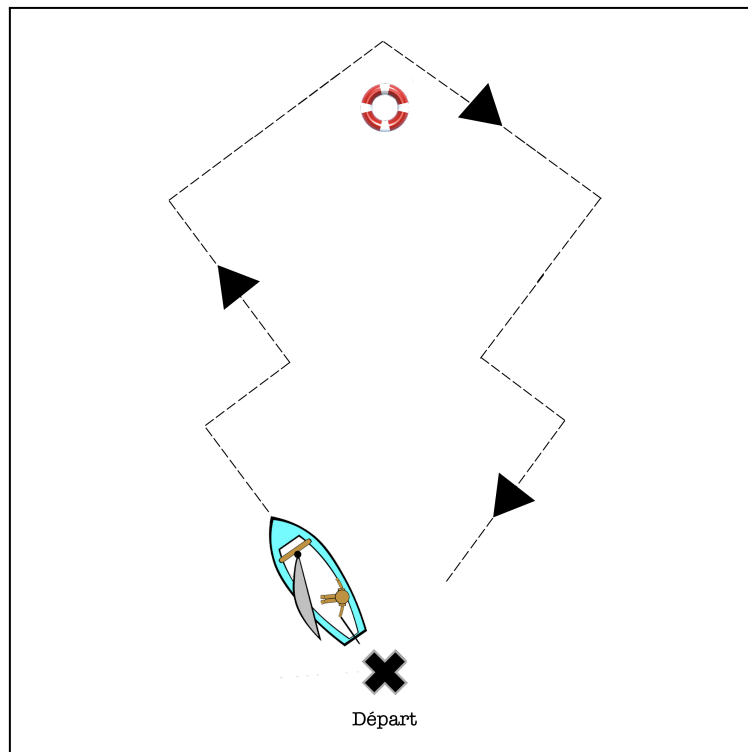
Sûreté de fonctionnement

- EO1 : En tout temps, quand la communication entre la radiocommande et le voilier est coupée, le voilier doit repasser en mode manuel.
- EO2 : Si l'interrupteur d'activation du mode manuel est activé par l'opérateur, le voilier doit passer en mode manuel immédiatement.

- EO3 : Si le comportement du voilier est anormal, alors on passe en mode manuel.

Fonctionnel

- EO4 : En partant d'un point A, le voilier doit naviguer de manière autonome jusqu'à une bouée dont la position GPS est enregistrée, en faire le tour et revenir.



- EO5 : La communication entre le voilier et la station au sol doit être possible tant que la distance les séparant est inférieure à 150m.

<Définir les exigences opérationnelles de votre produit en quantifiant les objectifs à atteindre. Les clients utiliseront ces objectifs pour valider la conformité de votre produit (et votre projet). Organiser cette partie en identifiant de manière unique chaque exigence unitaire.>

1.5. Plan de validation

Afin de valider la correspondance au cahier des charges du produit, on définit des procédures de test pour vérifier chaque exigence opérationnelle.

EO1 : Défaut sur la communication radio

Le voilier en mode autonome, la radiocommande sera coupée et le comportement du voilier sera observé.

EO1 est validée si le voilier passe en mode manuel.

EO2 : Activation du mode manuel

Le voilier en mode autonome, l'interrupteur de commande du voilier en mode manuel sera activé et le comportement du voilier sera observé.

EO2 est validée si le voilier passe en mode manuel.

EO3 : Navigation autonome

Le voilier sera déposé sur un plan d'eau à un point A, les coordonnées GPS de la bouée lui seront fournies. Au passage en mode autonome, le voilier sera observé.

EO3 est validée si le voilier se dirige vers la bouée, en fait le tour et revient au point initial.

EO4 : Communication voilier - station au sol

Le voilier et la station au sol seront éloignés progressivement. La distance à laquelle la perte de communication intervient sera mesurée.

EO4 est validée si la perte de communication intervient lorsque la distance est supérieure à 150m.

<Définir votre plan de validation du produit pour démontrer que le produit répond bien aux attentes du client. Vous devez définir les procédures de test et les démonstrations d'usage prévus pour valider les exigences définies avant.>

1.6. Fonctionnalités réutilisables

<Identifier des projets existants que vous pourriez réutiliser. Pour chacune des fonctionnalités, indiquer les éléments que vous avez identifiés avoir les éventuelles limitations en relation avec vos objectifs. Estimer la difficulté pour réutiliser ces projets en fonctions de la qualité de la documentation, de la qualité du code, etc.>

Travaux existant

Plusieurs projet consistant à rendre un voilier de cette taille autonome existent, quelques exemples ici :

- Projet ISEN Ouest : Voilier autonome
- Voilier autonome « Asarome II »
- Travaux de thèse : Hadi Saoud. Modélisation et commande de voiliers autonomes. Robotique [cs.RO]. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2016. Français. NNT : 2016PA066679.. tel-01591890

Pour aider à la réussite du projet, le travail de thèse cité sera utile, notamment pour l'élaboration des lois de commande du voilier. On trouve assez peu de ressources sur les deux projets cités.

Limitation

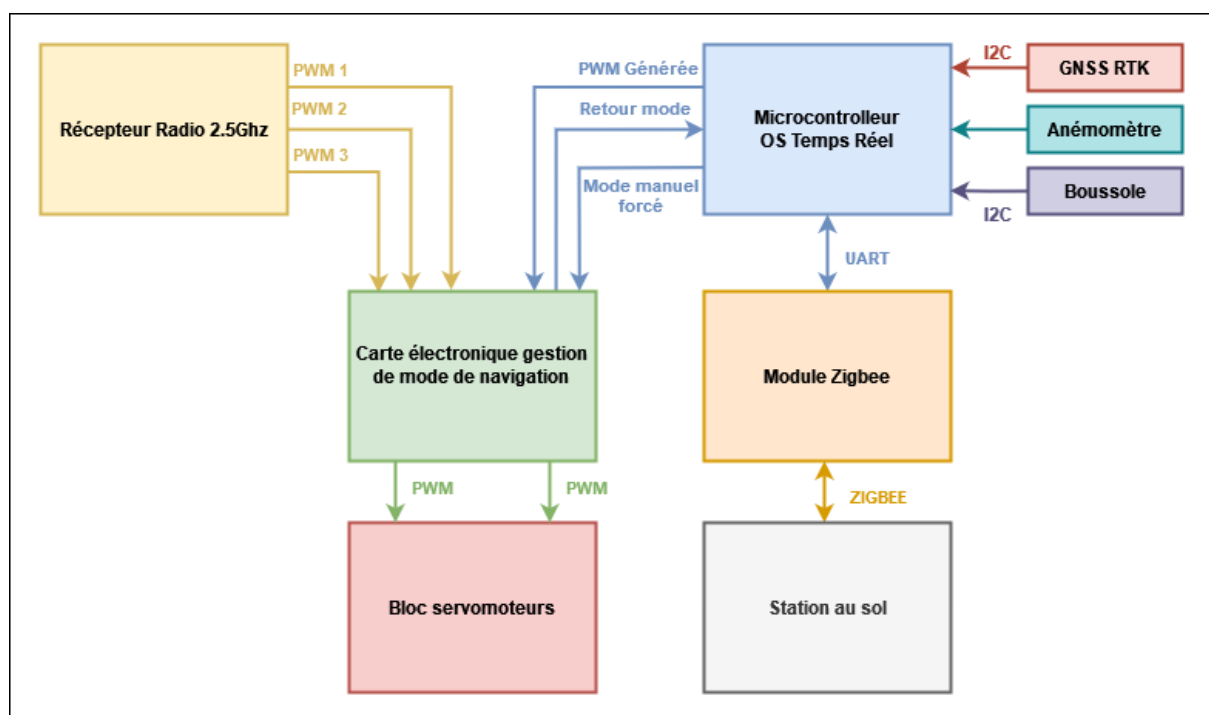
Rappel des fonctionnalités :

Fonction principale 1	Naviguer en mode manuel
Fonction principale 2	Passer entre les deux modes de communication
Fonction principale 3	Naviguer en mode autonome
Fonction principale 4	Communiquer avec une station au sol

EM1 : Portée du Zigbee

On relève un élément bloquant sur la fonction de communication entre la station au sol et le voilier. Il faudra s'assurer que la portée du Zigbee est suffisante dans ce milieu.

2. Architecture matérielle



Composants	Références des composants
Récepteur Radio 2.5Ghz	Présent sur le voilier
Microcontrôleur OS Temps Réel	STM32F4 + FREERTOS
Module Zigbee	Module Xbee série 2C XB24CZ7WIT-004
Station au sol	PC + Module XBEE + Adaptateur Xbee USB 11293
GPS RTK	GPS-16481 + ANN-MB-02-00
Boussole	Module 9 DoF MPU9250 Grove 101020080
Anémomètre	AMT103-2048-N4000-S + Impression 3D

3. Équipe

<Lister les membres de votre équipe. Lister les compétences de chaque des membres de l'équipe et mettre en avant les points différenciant de chacun.>

Sacha CANTAT : Développement Embarqué. Expertise appareil RC (Drone).

Matthieu GOBIN : Développement C,C++, python

Erwan TOUS : réalisation PCB, connaissance de la voile,

Thibaut CAPEL : Développement C,C++, python, Modélisme et impression 3D

Aubin PRUDHOMME : Logiciel embarqué, protocole de communication

Coach :

- PHASE 1 : Sacha Cantat
- PHASE 2 : Erwan TOUS
- PHASE 3 : Thibaut
- PHASE 4: Aubin

<Identifier un membre pour chaque période qui aura la charge de s'assurer de la bonne avancée du projet (ce n'est pas le chef de projet, mais plus un « coach » qui s'assurera que l'équipe fonctionne bien). Ce coach doit être différent à chaque période.>

4. Planning du projet

4.1. Jalons et livrables

Ce projet va se découper en 4 phases principales :

- Phase 1 (09/11/22 — 02/12/22) :
 - Identification des besoins
 - Planification
 - Architecture du système→ Livrable : Rapport PEP et présentation du travail avec support vidéo
- Phase 2 (05/01/23 — 25/01/23) :
 - production
 - revue
 - rétrospective
- Phase 3 (02/02/23 — 23/03/23)
 - production
 - revue
 - rétrospective
- Phase 4 (03/05/23 — 26/03/23)
 - production
 - revue
 - livrable
 - compétition (**barbecue**)→ Livrable : Rapport final, présentation finale et code

<Rappeler les dates importantes du projet (périodes, revues, etc.) et les livrables attendus : ce document, la documentation finale, code, etc.>

- Réaliser PCB switch mode auto mode manu
- Réaliser capteur direction du vent
- récupérer les data GPS + boussole
- Intelligence du bateau sur le STM32
- Commande

4.2. Planning de la première période

<Donner les objectifs de réalisation sur la première période. Lister les fonctionnalités qui seront opérationnelle à la fin de la période (nom, description) ainsi que leurs tests d'acceptation (autrement dit qu'est-ce qui permettra de dire que la fonctionnalité est réalisée).>

<Pour chaque fonctionnalité, évaluer leur difficulté/durée et décomposer les en tâches à mener pour les réaliser.>

<Préciser par fonctionnalité quels membres de l'équipe y sera affecté lors de la première période.>

4.3. Backlog

<Backlog: donner la liste des fonctionnalités (nom, description) qui sont planifiées sur les périodes suivantes (pas besoin de préciser sur quelle période). Donner une priorité à ces fonctionnalités (au cas où il faudrait faire un choix).>

5. Management du risque

<Lister les risques (retard, échec, organisation, etc.) possibles pour le projet. Pour chacun évaluer le facteur de risque (probabilité et impact) et les actions à entreprendre pour prévenir le risque et y répondre s'il survient.>

Ce genre de projet technique implique plusieurs sources de risques qui peuvent le freiner ou l'empêcher d'arriver à son terme dans les délais impartis. Nous avons relevé trois sources de risques possibles:

- **Retard:** Le projet peut prendre du retard au cours de son développement. Cela peut être du retard à un retard intermédiaire ou un retard sur le rendu final. Ce retard peut être dû à une difficulté technique, ou des lacunes d'organisation.

Probabilité d'un retard: **70%**

Impact: **modéré**

Pour prévenir ce risque, il convient de ne jamais oublier l'importance de l'aspect organisationnel, qui va permettre de prévenir ces retards.

- **Échec:** Le projet peut être un échec, son fonctionnement lors du rendu final ne correspond pas aux attentes, nous aurions échoué. Il peut également être dû à un plantage du logiciel lors de l'essai. Il proviendrait donc d'un verrou technique ou d'une mauvaise vérification du software.

Probabilité d'échec: **20%**

Impact: **Important**

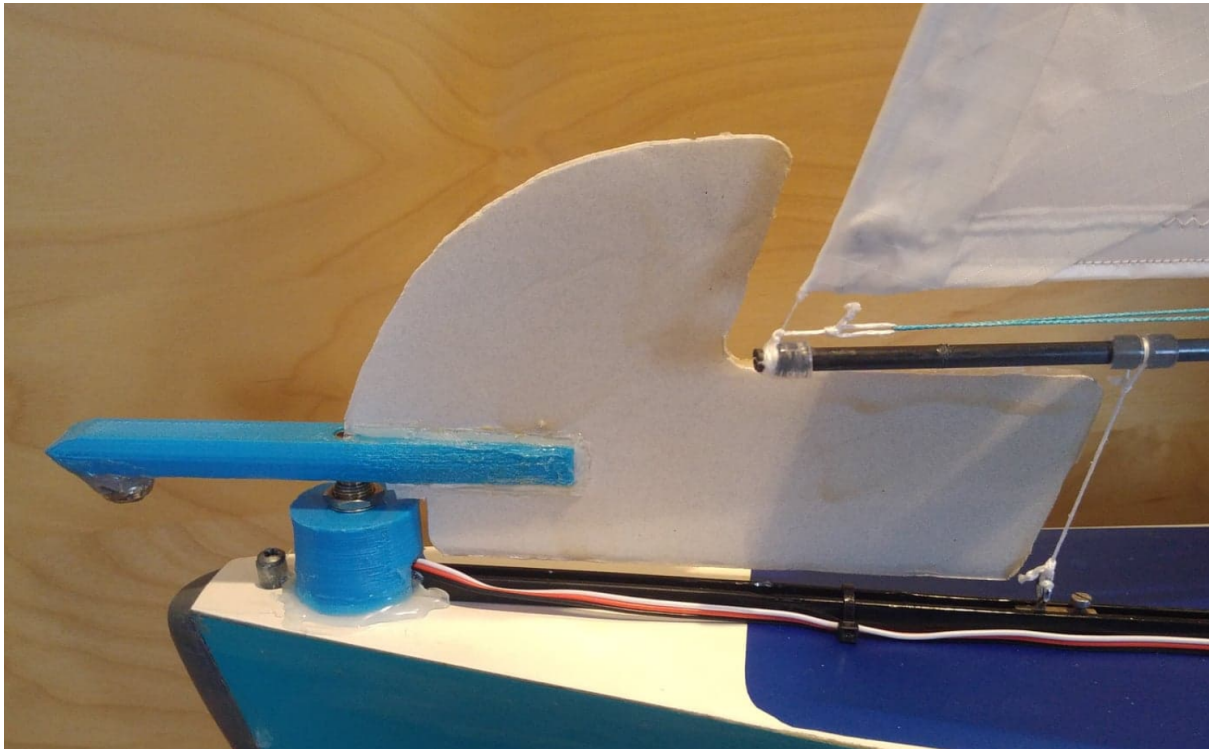
Pour prévenir les risques, il convient de débloquent les verrous techniques le plus rapidement possible, en hésitant pas à demander de l'aide aux encadrants. Il convient également de bien tester et valider le software avant la mise à l'eau, pour éviter le plantage.

- *Organisation*: Un déficit organisationnel peut se produire et impacter le développement du projet. Il peut être dû à un manque de planification, de suivi de projet, ou de compréhension. Dans tous les cas, il est lié au facteur humain. Il peut avoir un impact redoutable sur le projet et entraîner du retard.

Probabilité d'un risque organisationnel: **70%**

Impact: **Important**

Pour prévenir le risque organisationnel, le coach devra constamment veiller à la bonne conduite du projet: respect des deadlines, avoir une vision globale de l'avancée actuelle du projet, connaître les tâches de chaque membre de l'équipe. L'humain est primordial dans cet aspect et il conviendra de s'écouter.



- Erwan :
intro
1.1
1.2
conclu

- tibo
1.3

- obin
5.
3.
● sach

- 1.4
1.5
1.6
2.

- mat
4.