

Rapport de projet : Hydroptère

• Introduction

Notre projet étant un hydroptère, nos objectifs se sont définis sur ce que devait être et faire un hydroptère.

Nous avons donc comme objectif principal, que notre projet flotte et que les composants électroniques ne prennent pas l'eau : une seule erreur sur cet objectif et toute la partie électronique était irrécupérable.

Puis viennent les objectifs secondaires : très importants aussi mais s'ils ne sont pas atteints, le projet ne risque pas grand-chose. Le premier est bien évidemment d'avoir des foils utiles sous le bateau, pour qu'il soit vraiment un hydroptère, et cela est bien plus dur pour plusieurs raisons que l'on va découper en sous-objectifs :

-L'hydroptère doit tenir en équilibre sur les foils, c'est-à-dire que les foils doivent avoir une forme qui convient à la forme du bateau pour supporter le poids là où il sera et qu'ils doivent avoir une surface assez grande pour la portance. Cela passe aussi par la répartition du poids à l'intérieur de l'hydroptère. Si les composants bougent, et si les foils n'ont pas bien été pensés, l'hydroptère peut se retourner sur les côtés, et donc prendre sûrement l'eau.

-L'hydroptère doit aussi être capable de tourner, dans toutes les situations, ce qui inclut quand il tient en équilibre sur ses foils. On doit donc être capable de faire tourner un (ou plusieurs) foil(s) car ce sont les seules choses qui vont toucher l'eau, et donc avoir un impact sur la direction de l'engin.

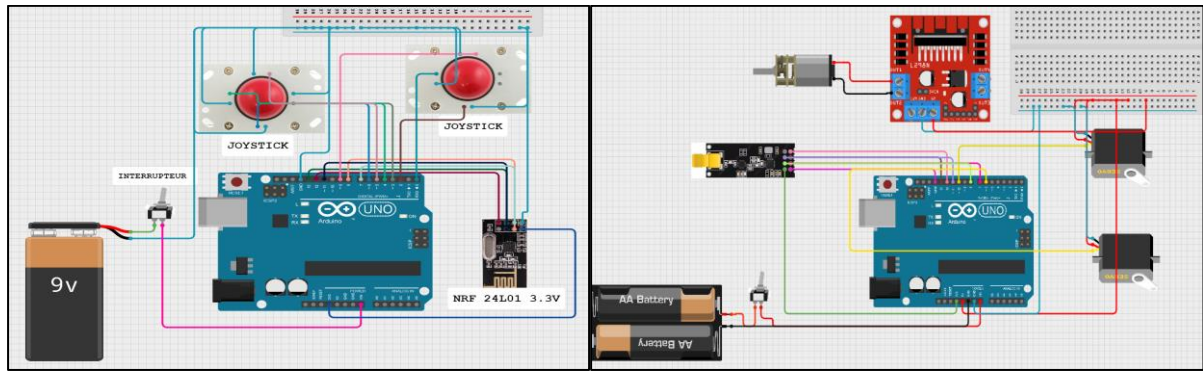
-L'hydroptère doit être rapide. C'est sûrement le point le plus important car cela veut dire qu'il se doit d'être léger, hydrodynamique, optimisé et puissant à la fois. Sinon, on ne peut pas le monter sur ses foils car on n'a pas assez de vitesse, donc il reste un bateau comme les autres.

-Et pour finir, un point assez important, l'hydroptère doit être commandé. N'ayant malheureusement pas le budget d'en faire un à taille réelle, nous ne pourrons pas nous tenir dessus pour le piloter, ce qui veut dire créer une télécommande et surtout avoir des composants assez puissants et fiables qui s'occupent de la transmission, en milieu aquatique, il est plus difficile d'avoir une transmission fiable. De plus, si la transmission se coupe en pleine mer alors que le moteur tourne encore, nous pouvons dire au revoir à notre projet. Il est donc crucial que la transmission soit à toute épreuve.

• Schéma électrique

Manette

Hydroptère



• Algorithme de fonctionnement

Le fonctionnement global est plutôt simple : Tout commence sur la manette.

En allumant la manette, le transmetteur wifi (nrf 24L01) va se connecter au récepteur sur l'hydroptère.

Puis, en bougeant les joysticks, la carte Arduino reçoit de l'électricité. (Chaque côté du joystick est connecté à la masse et à une entrée configurée en input_pullup). En fonction de l'entrée où elle le reçoit, elle va ordonner au transmetteur wifi d'envoyer un chiffre compris entre 1 et 7 (appelé payload).

Voici les actions en fonction du chiffre :

- 1 : avancer -3 : tourner à droite -5 : monter l'hydroptère -7 : foil en position neutre
- 2 : ralentir -4 : tourner à gauche -6 : baisser l'hydroptère

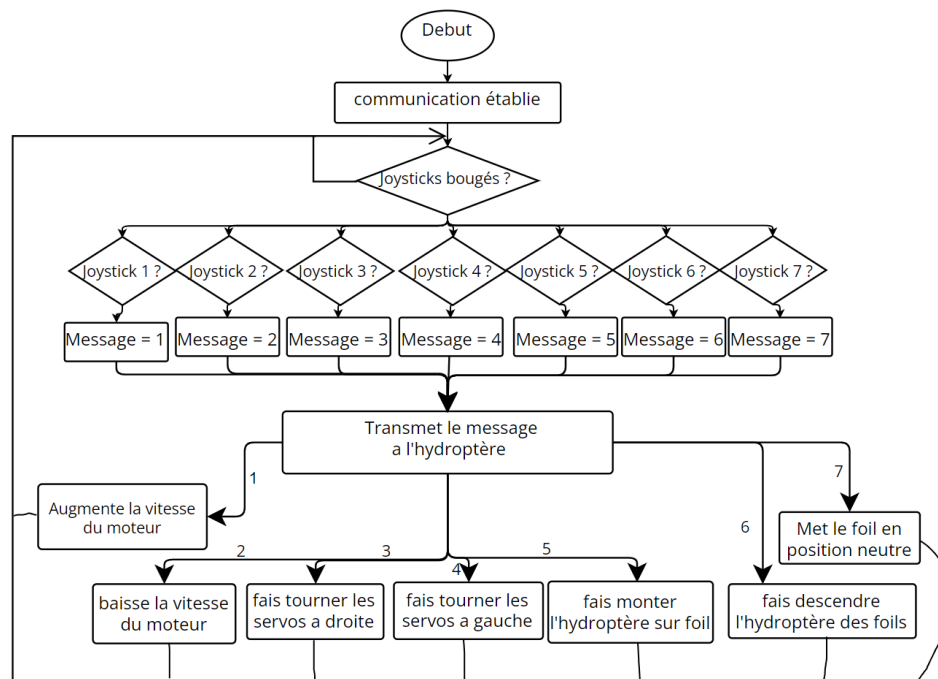
Une fois le chiffre envoyé par la manette, il est réceptionné sur l'hydroptère par le récepteur qui va envoyer l'information à la carte arduino. Quand la carte arduino reçoit une donnée (appelée "payload" dans le code), elle va immédiatement faire l'action liée au chiffre de la payload sur le moteur ou les deux servomoteurs situés à l'arrière de l'hydroptère (reliés au foil arrière par des tiges de métal, un servomoteur par côté du foil). Voici les actions faites en fonction des chiffres :

- 1 : augmenter la vitesse du moteur -3 : tirer le foil à droite
- 2 : baisser la vitesse du moteur -4 : tirer le foil à gauche

Puis la 5 et 6 vont mettre le foil en position neutre puis tirer des deux côtés du foil ou pousser des deux côtés du foil (pour planter le foil arrière dans l'eau, ce qui fait monter l'hydroptère ou le relever ce qui fait descendre l'hydroptère), le 7 va juste remettre la position neutre du foil.

Pour allumer l'hydroptère et la manette, nous avons juste à allumer leurs interrupteurs respectifs.

Voici l'algorithme (de l'algorithme) fait avec le plus grand soin :



• Coût du projet

Pour le coût du projet, en ce qui concerne les composants, d'après Amazon, pour la manette, on a :

-3€ pour la pile

-3€ pour la breadboard

-20€ pour la carte Arduino

-24€ pour les deux joysticks

-4€ pour le module nrf24l01

-2€ pour l'interrupteur on off

-5€ pour le bois, les vis et les entretoises qui font le support

Soit un total de 56€ pour la manette

Et pour l'Hydroptère, toujours d'après Amazon, on a :

-15€ pour le filament qui sert aux impressions 3D

-15€ pour les 3 piles 3.7V

-20€ pour la carte Arduino

-4€ pour le driver L298N

-10€ pour la résine d'époxy

-15€ pour le moteur 12V étanche

-7€ pour les deux servomoteurs 9g

-2€ pour l'interrupteur on off

-4€ pour le module nrf 24L01

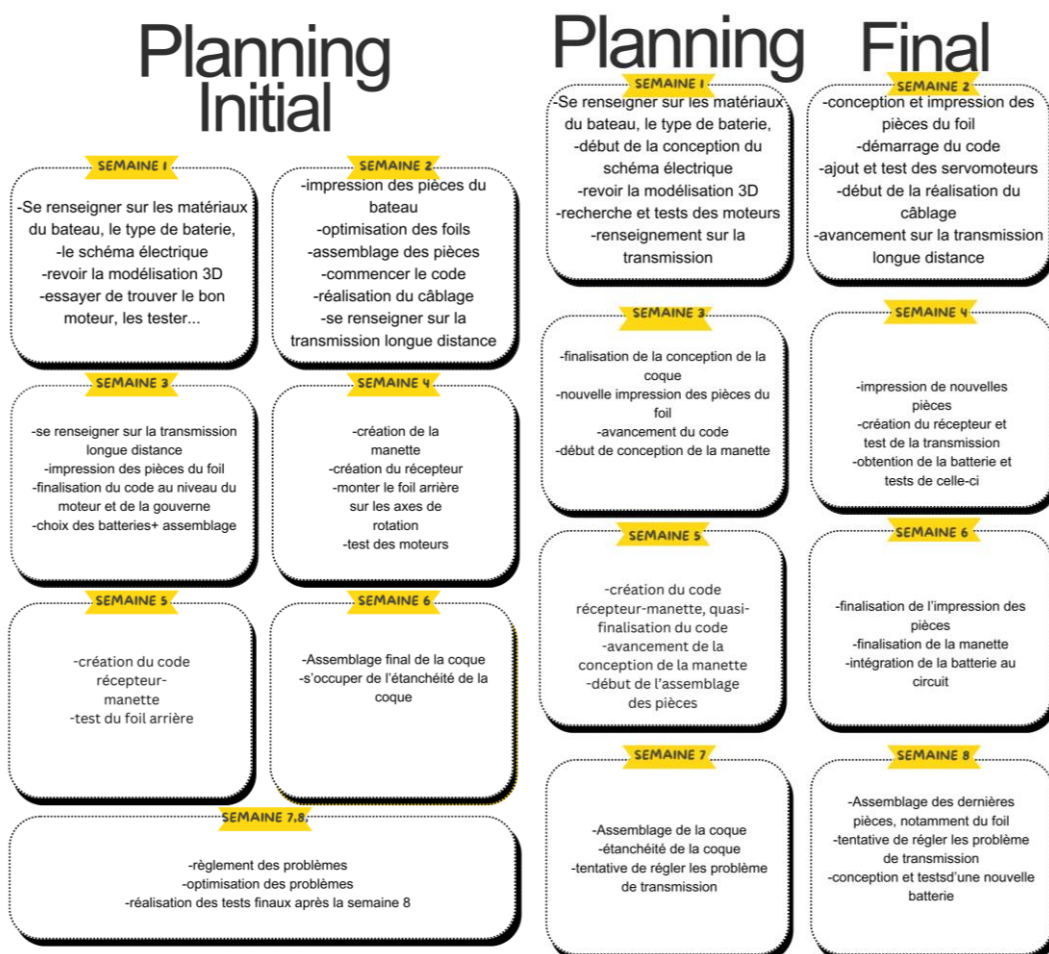
Soit un total de 92€ pour le bateau

Donc en matériel, en oubliant le prix des outils utilisés comme les imprimantes 3D, ce projet nous aura coûté 148€

Au niveau des horaires, nous avons eu 8 séances de cours (sans compter la séance de présentation) de 3h chacune, et en plus des cours nous estimons avoir passé environ 40h sur le projet par personne. Cela revient donc à 64h par personne donc 128 heures en tout. L'ingénieur moyen étant payé 38k euros pour 1600h, nous serions donc payés $38000/1600 \times 128 = 3040€$ pour le temps que le projet nous a pris.

Au total, en comptant le prix du matériel et le temps passé dessus, nous arrivons à un total de 3188€

• Planning initial et final



Concernant les différences entre les deux plannings, on constate notamment le fait que certaines tâches que nous avions prévu de faire en seulement quelques séances, ont finalement pris bien plus de temps.

Premièrement, l'impression de la coque, en effet, celle-ci a duré jusqu'à la sixième séance, où nous avions initialement prévu de finaliser son assemblage. Cette différence s'explique simplement par le fait que nous n'avions pas pris en compte le fait que l'impression d'une telle coque allait prendre énormément de temps aux imprimantes, d'autant plus que nous n'étions pas les seuls à les utiliser.

Par ailleurs, nos trois dernières séances avaient initialement pour but de finaliser la résolution des problèmes rencontrés. Cette idée n'était pas si pertinente, puisque nous

n'avions pas pris en compte que certains problèmes nous empêcheraient totalement d'avancer, tandis que d'autres allaient apparaître à la fin de notre assemblage. Dans le premier cas, nous faisons notamment référence aux problèmes liés à la transmission, tandis que pour le deuxième, nous voulons particulièrement parler des problèmes de batteries arrivés tardivement (semaine 8).

En bilan général, les deux plannings sont différents, et il est clair que le planning final comporte beaucoup de retard par rapport à l'initial qui utilisait les séances 6,7 et 8 pour de simples ajustements finaux. Néanmoins, nous savions dès le début du projet que ce planning était seulement prévu comme modèle, il était évident que nous allions rencontrer divers problèmes et obstacles, ce n'était donc pas une surprise pour nous de constater une telle différence de plannings.

• Résolution des problèmes

On compte trois problèmes majeurs durant notre projet :

-une transmission instable : en effet, le modèle de transmission NRF24L01 était particulièrement instable, et la transmission entre émetteur et récepteur était parfois trop hasardeuse. Nous pensions au départ que cela venait d'un manque de tension au niveau du récepteur, nous avons donc réalisé un pont diviseur de tensions, mais celui-ci n'a malheureusement pas fait avancer les choses.

-une faiblesse au niveau des servomoteurs : les servomoteurs n'étaient pas suffisamment puissants pour pouvoir faire tourner le foil dans l'eau. Il n'y avait apparemment pas de servomoteurs plus puissants disponibles, nous avons donc été contraints de garder ces servomoteurs.

-une batterie pas assez puissante : notre batterie initiale ne pouvait envoyer que jusqu'à 7,4 V (2 x 3,7V), ce qui était trop peu pour donner suffisamment de puissance au moteur pour que celui-ci fasse avancer l'hydroptère. Pour régler ce problème, nous avons donc simplement créé notre propre batterie, cette fois-ci, avec 3 piles de 3,7V, afin de nous permettre de délivrer beaucoup plus de courant au moteur.

• Conclusion

En conclusion, ces séances nous ont permis de découvrir les multiples facettes de la réalisation d'un projet, que ce soit l'organisation, la modélisation, mais notamment comment résoudre les contraintes et problèmes rencontrés.

Évidemment, notre projet est loin d'être parfait.

Il faut en effet rappeler, que les servomoteurs à l'arrière ne sont pas assez puissants, nous empêchant de faire tourner l'hydroptère dans l'eau.

Par ailleurs, la transmission est bien trop instable, on ne peut donc pas commander notre hydroptère aussi spontanément que l'on voudrait.

Enfin, le moteur, bien que fonctionnel, n'est pas suffisamment puissant pour donner une vitesse adéquate à notre hydroptère pour le mettre en situation d'équilibre sur le foil.

Néanmoins, il faut rappeler tout de même que notre projet est étanche, flotte et peut tout de même avancer à une certaine vitesse lorsque la transmission fonctionne. Cela peut paraître peu, mais nous ne savions même pas au début du projet si nous allions réussir à avoir un bateau flottant. Le résultat n'est donc pas si décevant.

Dans l'hypothèse où 9 nouvelles séances nous étaient attribuées, il faudrait peut-être songer à un nouveau moyen de transmission, autre que le Bluetooth pour tout de même garder une transmission assez lointaine. Par ailleurs, il faudrait soit changer les servomoteurs et en mettre des plus puissants, soit en rajouter pour alléger le travail des servomoteurs déjà présents. Enfin, concernant la vitesse de l'hydroptère, il nous suffirait, de la même manière que pour les servomoteurs, mettre un moteur plus puissant, ou simplement en rajouter un deuxième. Par ailleurs, il serait intéressant de voir si l'on pourrait changer les proportions du bateau afin de le rendre plus léger.

• Bibliographie

Pour notre projet, nos principales sources d'inspiration ont été [ce projet 3D](#) qui nous a servi de base pour la coque et les foils (qui ont quand même été remodelés car trop fragiles, et nous avons amélioré l'aérodynamisme du tout) et d'où nous avons tiré l'idée pour faire tourner le foil arrière d'utiliser des servomoteurs.

De plus, les codes d'exemple de la bibliothèque Arduino "rf24" nous ont été très utiles et nous avons basé le code de notre transmission sur l'un de leurs exemples (GettingStarted) que nous avons remodelé car leur code permettait déjà une transmission entre deux modules nrf depuis un ordinateur, nous avons automatisé le tout et rajouté nos fonctionnalités.

Pour finir, nous remercions les personnes du fablab qui nous ont aidé dans les travaux pratiques et donné des idées et des conseils sur les assemblages, devenant une source d'inspiration pour des parties du projet.

