

Ecole d'ingénieur en Matériaux /Développement durable et
en Informatique/Electronique

Département Informatique/Electronique
LATRACE Romain

PROJET 4A



BATEAU AMORCEUR avec CAMERA EMBARQUEE

Rapport

Année 2018/2019

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon père pour son aide précieuse dans la construction du squelette du bateau et de la motorisation mais surtout pour m'avoir donné accès à tous les outils dont j'avais besoin.

Par ailleurs, je voudrais remercier M. PELLION de m'avoir permis de réaliser ce projet dans le cadre de mon cursus à l'ESIREM.

Table des matières

INTRODUCTION.....	5
CONTEXTE	5
CAHIER DES CHARGES	6
PLANIFICATION (GESTION DU TEMPS ET DES RESSOURCES)	7
LE PROJET	8
I – EMETTEUR.....	8
I – A) LA COMMUNICATION : MODULE NRF24L01.....	9
I – B) JOYSTICK ET BOUTON POUSSOIR	10
I – B) L’ENVOI DES DONNEES	12
II – RECEPTEUR.....	13
II – A) ARMATURE DE BASE ET ALIMENTATION.....	14
II – B) BAC D’AMORÇAGE.....	15
II – C) MOTORISATION	16
II – D) ECLAIRAGE.....	18
III – LA CAMERA	19
CONCLUSION	19

Table des figures

FIGURE 1: SCHEMA EXPLIQUANT LE PRINCIPE DU BATEAU AMORCEUR.....	5
FIGURE 2: TABLEAU RECAPITULATIF DES ATTENTES DU PROJET.....	6
FIGURE 3: DIAGRAMME DE GANTT	7
FIGURE 4: SCHEMA ET PHOTO DE LA TELECOMMANDE	8
FIGURE 5: PHOTOS DU MODULE DE COMMUNICATION NRF24L01.....	9
FIGURE 6: PHOTO ET SCHEMA DU JOYSTICK	10
FIGURE 7: PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU JOYSTICK	10
FIGURE 8: SCHEMA DECRIVANT LE FONCTIONNEMENT D'UN BOUTON POUSSOIR	11
FIGURE 9: SCHÉMA ÉLECTRIQUE DE L'EMBARCATION	13
FIGURE 10: PHOTO DE L'INTERIEUR DU BATEAU	13
FIGURE 11: PHOTOS DE LA CONSTRUCTION DE LA CARCASSE DU BATEAU	14
FIGURE 12: PHOTOS ILLUSTRANT LE MECANISME D'OUVERTURE/FERMETURE DU BAC.....	15
FIGURE 13: CHRONOGRAMMES DE DIFFERENTS SIGNAUX PWM	16
FIGURE 14: SCHEMA ELECTRIQUE DU PONT EN H	17
FIGURE 15: DESCRIPTION DU L298N	17
FIGURE 16: PHOTO DU MÉCANISME	18
FIGURE 17: PHOTOS DE L'ECLAIRAGE AVANT ET ARRIERE DU BATEAU	18
FIGURE 18: IMAGE DU MODULE HC-05 ET DE LA CAMERA OV7670.....	19

INTRODUCTION

Dans le cadre du cursus ingénieur à l'ESIREM et en tant qu'étudiant en 4ème année dans la filière Informatique / Electronique, j'ai dû réaliser un projet faisant appel à différentes connaissances et compétences.

Pour ce projet 4A j'ai fait le choix d'évoluer en autonomie car c'est un projet personnel, je voulais être sûr que le rendu soit tel que je l'imaginais et je ne voulais pas être soumis à une contrainte extérieure en dehors des limites fixées par le projet.

CONTEXTE

Le projet s'intitule « bateau amorceur avec caméra embarquée », il s'agit donc de fabriquer de A à Z un drone marin revoyant un flux vidéo. Etant un passionné de la pêche de la carpe et du silure en rivière je comprends parfaitement l'utilité d'un tel appareil.

Dans sa définition stricte, un bateau amorceur sert à déposer une ligne avec son amorçage à un point précis. Actuellement, cette définition est trop réductrice au regard des avancées techniques de ces dernières années. Le succès actuel des bateaux amorceurs est assez remarquable. On note aujourd'hui que c'est un produit qui a su créer un besoin. Les bateaux amorceurs ne sont pas exclusivement réservés à la pêche à longue distance comme on pourrait le croire, ces appareils peuvent être des armes redoutables pour les pêches à courtes distance et les pêche de bordure. En effet, en les utilisant nous faisons preuve d'une précision chirurgicale et la dépose de la ligne est optimale, sans emmêlement ou le moindre doute. Les zones encombrées, les bordures surplombées d'arbres ou de roncier, aucun spot de bordure ne vous sera inaccessible avec un bateau amorceur). D'autres techniques comme le cobra, la rocket ou encore les sacs solubles nous permettent un amorçage à distance mais aucune d'entre elles rend possible la dépose de ligne. De plus, ces méthodes d'amorçage sont bien moins précises.

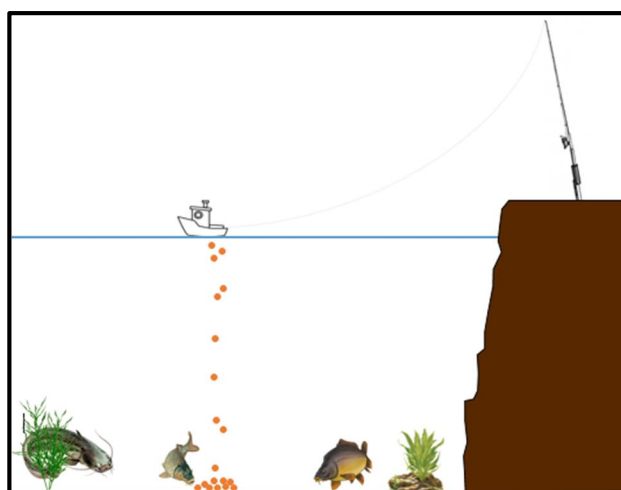


Figure 1: Schéma expliquant le principe du bateau amorceur

J'ai donc trouvé cela très intéressant de pouvoir construire un appareil qui puisse avoir les caractéristiques que je souhaite (puissance, robustesse, discrétion...).

CAHIER DES CHARGES

Contraintes environnementales	Evoluer convenablement sur n'importe quels milieux aquatiques de nos régions.
	Très bonne étanchéité (pluie, eau...)
	Capable de franchir des obstacles (arbres, vaguelettes...), ce qui implique d'être solide et de taille conséquente
	Etre visible dans le noir, nécessite un bon éclairage
Contraintes matériel (électronique)	Etre totalement autonome
	Pilotage depuis une télécommande simple et maniable
	Avoir une portée d'au moins 100m
	Faible consommation énergétique
	La chambre où se trouve la carte électronique doit être aérée pour ne pas surchauffer
Contraintes d'amorçage	Le bac d'amorçage doit pouvoir contenir au moins 1kg d'appâts
	La dépose de la ligne ne doit pas gêner l'ouverture du bac

Figure 2: Tableau récapitulatif des attentes du projet

PLANIFICATION (gestion du temps et des ressources)

Comme tout projet, il a bien évidemment fallu que je planifie les commandes des différents matériaux et composants et que j'organise l'ordre des étapes de conception afin que l'ensemble puisse avancer de manière fluide. Sachant que certaines opérations dépendent les unes des autres, j'ai trouvé judicieux de poser le projet à plat avec un diagramme de GANT pour déjà anticiper et localiser les potentiels problèmes.

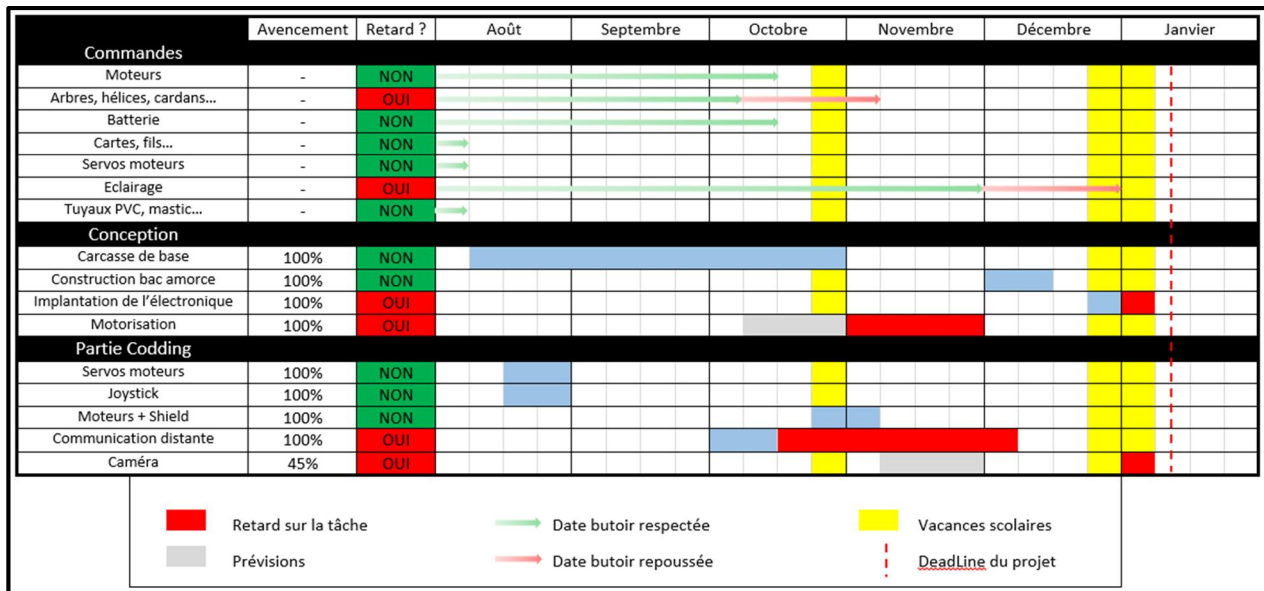


Figure 3: Diagramme de GANTT

On peut le constater, des perturbations ont plus ou moins impactées et retardées le projet. En effet, le travail que demandait la mise en place de la caméra était assez conséquent et est donc malheureusement reporté. La principale cause est due à un souci de livraison des arbres de moteur et des cardans. L'élaboration des supports moteurs ne pouvant être faite sans ces éléments, il a fallu revoir les priorités.

LE PROJET

Pour ce projet de 4^{ème} année, j'ai choisi d'utiliser Arduino, une plateforme électronique à code source ouvert basée sur du matériel et des logiciels faciles à utiliser. Les cartes Arduino sont des microcontrôleurs qui peuvent lire des entrées et en faire une sortie. Arduino a été le cerveau de milliers de projets, allant des objets du quotidien aux instruments scientifiques complexes.

Tout d'abord, nous allons expliquer le fonctionnement de l'interface côté utilisateur. Ensuite, nous parlerons de l'embarcation et de ce qui s'y passe pour finir sur la mise en place de la caméra.

I – Emetteur

C'est par le biais d'une manette simple que l'utilisateur communique avec le bateau. La manette est constituée d'une carte Arduino UNO, d'un joystick, un module de communication et un bouton poussoir. Pour une question d'ergonomie, j'ai choisi de copier un peu ce côté manette de jeux pour une prise en main facile.

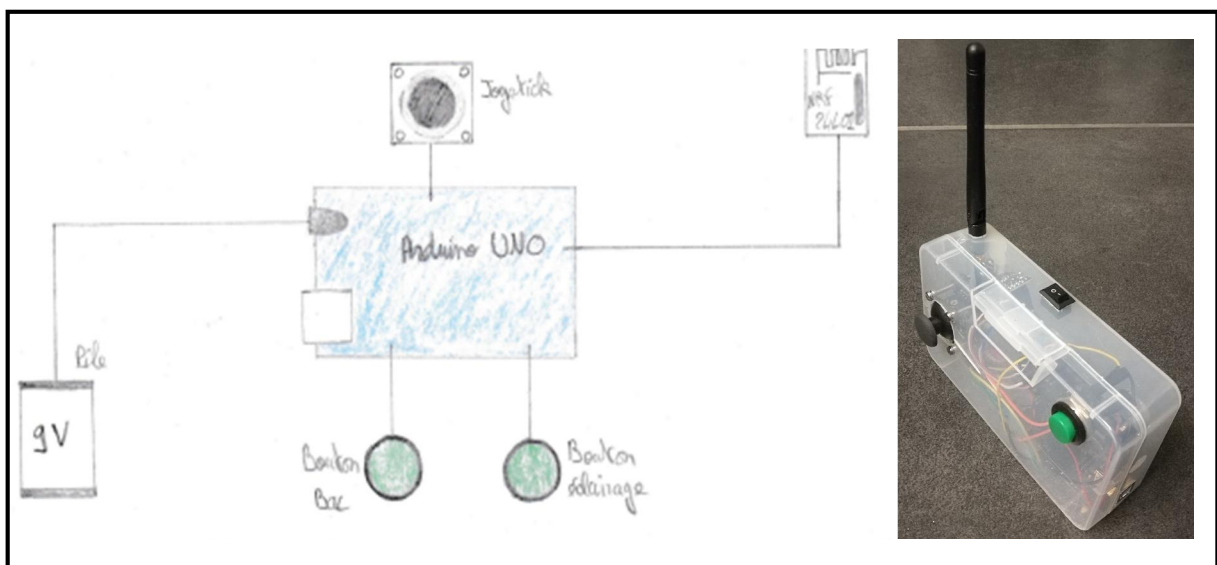


Figure 4: Schéma et photo de la télécommande

I – A) La communication : module NRF24L01

Le NRF24L01 est un module émetteur-récepteur sans fil, ce qui signifie que chaque module peut à la fois envoyer et recevoir des données. Il fonctionne à la fréquence de 2,4 GHz, qui relève de la bande ISM (Industriel, Scientifique et Médical). Il est donc légal de l'utiliser dans presque tous les pays pour des applications d'ingénierie. Lorsqu'ils sont utilisés efficacement, les modules peuvent couvrir une distance de 100 mètres, ce qui en fait un excellent choix pour tous les projets télécommandés sans fil. J'ai choisi d'ajouter une antenne afin d'augmenter la portée et d'assurer la réception des données. Désormais, le dispositif doit pouvoir envoyer et recevoir des informations dans un cercle de rayon d'au moins 1km dans un milieu dégagé (pas d'infrastructures métalliques ni de parois trop épaisses).

Le module fonctionnera à 3,3V et a une plage d'adresses de 125. En plus de son prix très onéreux, c'est un module ultra-basse consommation (ULP). Le NRF24L01 constitue une véritable solution ULP offrant une durée de vie de la batterie de plusieurs années avec une simple pile AAA.

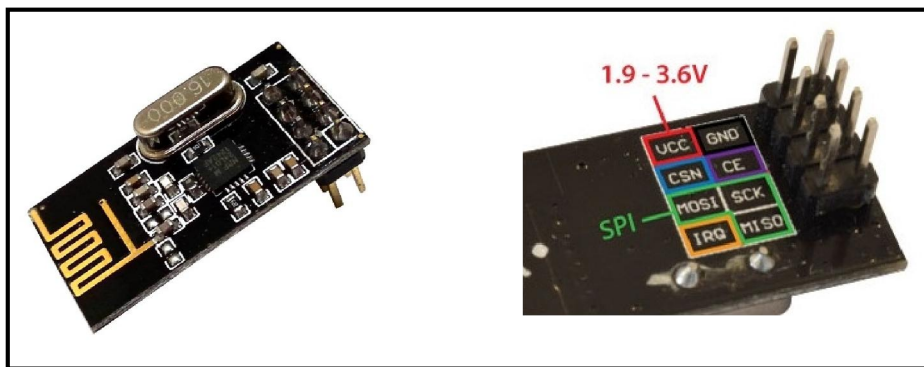


Figure 5: Photos du module de communication NRF24L01

I – B) Joystick et bouton poussoir

Le joystick analogique est similaire à deux potentiomètres connectés ensemble, l'un pour le mouvement vertical (axe des Y) et l'autre pour le mouvement horizontal (axe des X). Le joystick était pour moi la façon la plus simple de gérer la vitesse du bateau et sa direction.

Le joystick est également livré avec un sélecteur (bouton) que j'ai utilisé pour le contrôle de l'éclairage.



Figure 6: Photo et schéma du joystick

Les valeurs sur chaque canal analogique peuvent varier de 0 à 1023.

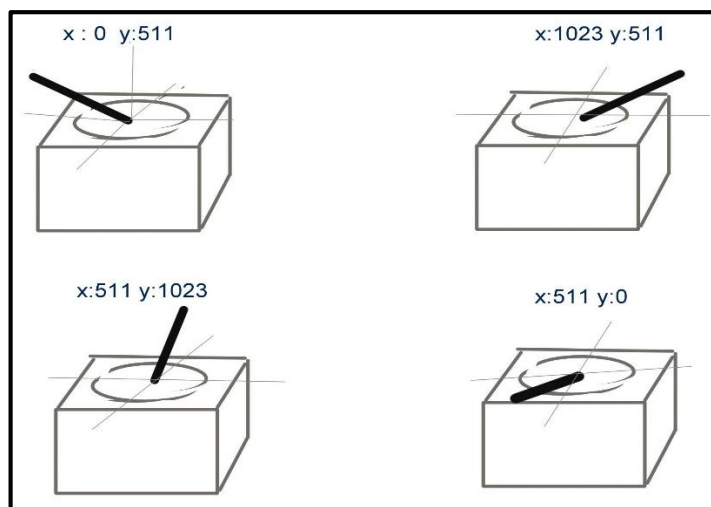


Figure 7: Principe de fonctionnement du joystick

La position de départ du bâton est à (x, y: ~511,~511). Si le bâton est déplacé sur l'axe des X, les valeurs X changeront de 0 à 1023 et il en sera de même si elles sont déplacées le long de l'axe des ordonnées. Sur les mêmes lignes, vous pouvez lire la position du bâton n'importe où dans l'hémisphère supérieur à partir de la combinaison de ces valeurs.

En ce qui concerne le bouton, il s'agit d'un bouton poussoir classique. Celui-ci sera utilisé pour l'ouverture et la fermeture du bac d'amorce.

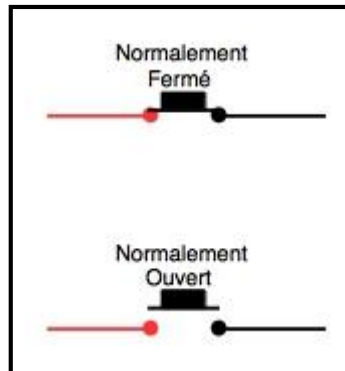


Figure 8: Schéma décrivant le fonctionnement d'un bouton poussoir

En effet, lorsqu'on appui sur le bouton on modifie une variable. Cette dernière va osciller entre deux valeurs, « -1 » et « 1 » (il s'agit en quelques sortes d'un booléen).

```
if (digitalRead (buttonSERVObac) == HIGH) {  
    a = a * (- 1 );  
}  
Switch (a) {  
    case - 1 :  
        data.ServoBAC = 90 ;  
        break ;  
    case 1 :  
        data.ServoBAC = 130 ;  
        break ;  
}
```

Même principe avec le sélecteur du joystick.

I – B) L’envoi des données

La télécommande communique avec le bateau à travers un « tube » de communication permettant seulement d’écrire. La bibliothèque RF24 permet de faire appel à toutes les fonctions dont on a besoin pour ce type projet.

```
RF24 myRadio (9, 10);  
byte addresses[][6] = {"0"};  
  
myRadio.openWritingPipe(addresses[0]);
```

Pour envoyer les informations j’ai décidé de créer une structure « package » comme suit :

```
struct package {  
    int id = 0 ;  
    int ServoBAC = 90 ;  
    float ServoLED = 100 ;  
    int axeX = 515 ;  
    int axeY = 528 ;  
};
```

Un package contient les informations sur les angles à attribués aux servomoteurs du bateau et la position du joystick.

L’envoi des données est cadencé à 130ms pour que la manette réponde au mieux à la commande de l’utilisateur. Si toutes les 130ms une donnée est envoyée, cela veut dire que le bouton poussoir et le sélecteur du joystick de doivent pas rester appuyé plus de 259ms, sinon les variables auront changé d’état 2 fois au lieu d’une. On observerait dans ce cas un bref clignotement de l’éclairage sur le bateau.

Plus de détails dans le code source joint : « RF_Transmitter ».

II – Récepteur

Du côté de l'embarcation, la conception a été plus difficile techniquement. En effet, il a fallu faire appel à d'autres compétences pour ce qui est de la fabrication. Nous avons le même module de communication que celui qui se trouve dans la manette mais le bateau se contente d'écouter la manette.

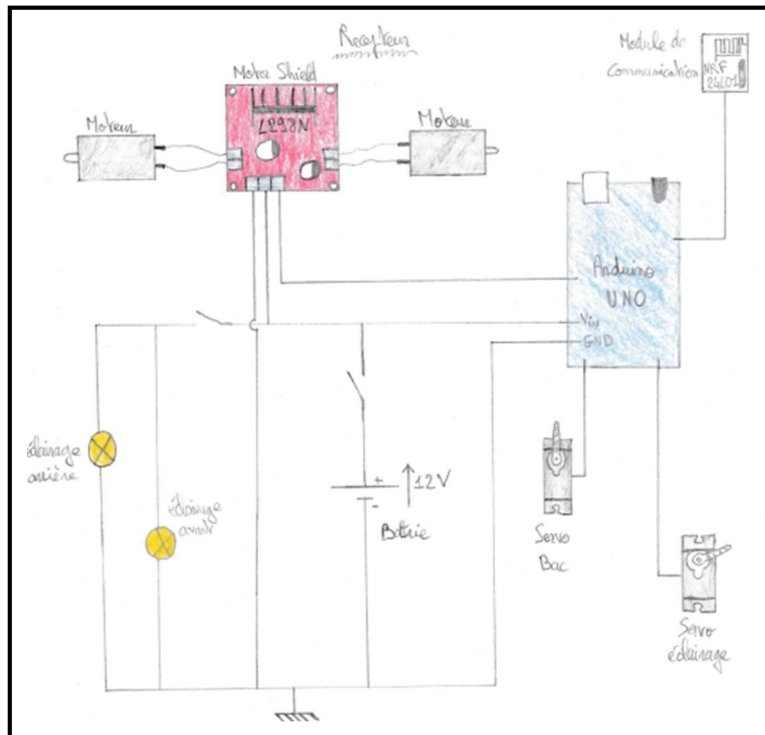


Figure 9: Schéma électrique de l'embarcation

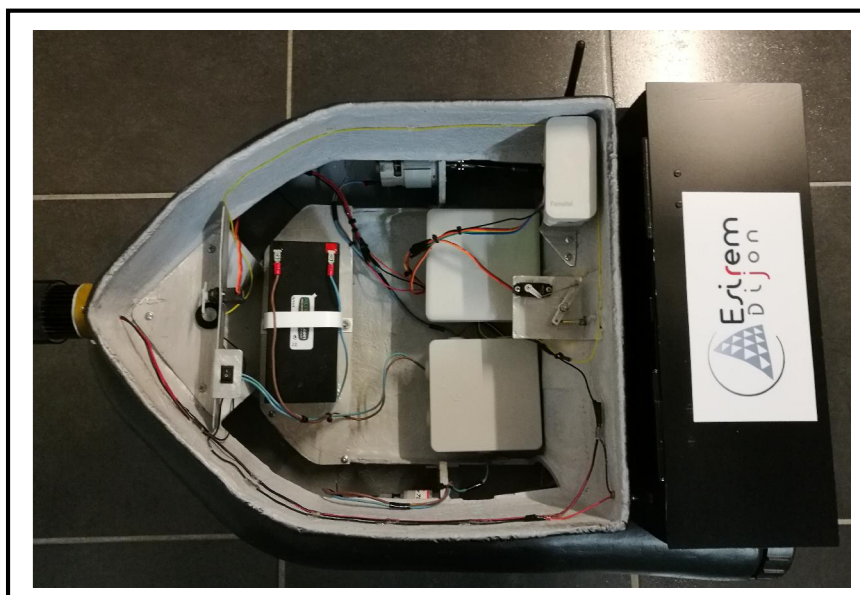


Figure 10: Photo de l'intérieur du bateau

II – A) Armature de base et alimentation

Le squelette du bateau a été fait à partir de tubes en PVC car c'est un matériau léger qui flotte très bien. Le dessous du bateau est réalisé avec une plaque en polyuréthane très léger également.

Ensuite, pour donner la forme voulue j'ai utilisé de la fibre de verre avec du mastic, de la résine et même du carton.



Figure 11: Photos de la construction de la carcasse du bateau

Puisque que l'embarcation doit être autonome, elle se doit d'être indépendante en énergie. La batterie « NP7 12V 7A.h » est directement reliée à la masse et au pin « Vin » de la carte Arduino UNO.

Plus de détails dans le fichier joint : « Photos_carcasse ».

II – B) Bac d’amorçage

Le bac a été fait en aluminium car il était compliqué de le fabriquer avec du carton associé à de la fibre de verre et de la résine.

Le mécanisme d’ouverture/fermeture du bac fait appel à un servomoteur et une tige en fer. Le servo possède deux positions :

- OUVERT : la tige de métal est rentrée, le servo a un angle élevé
- FERME : la tige est sortie, l’angle du servo est petit

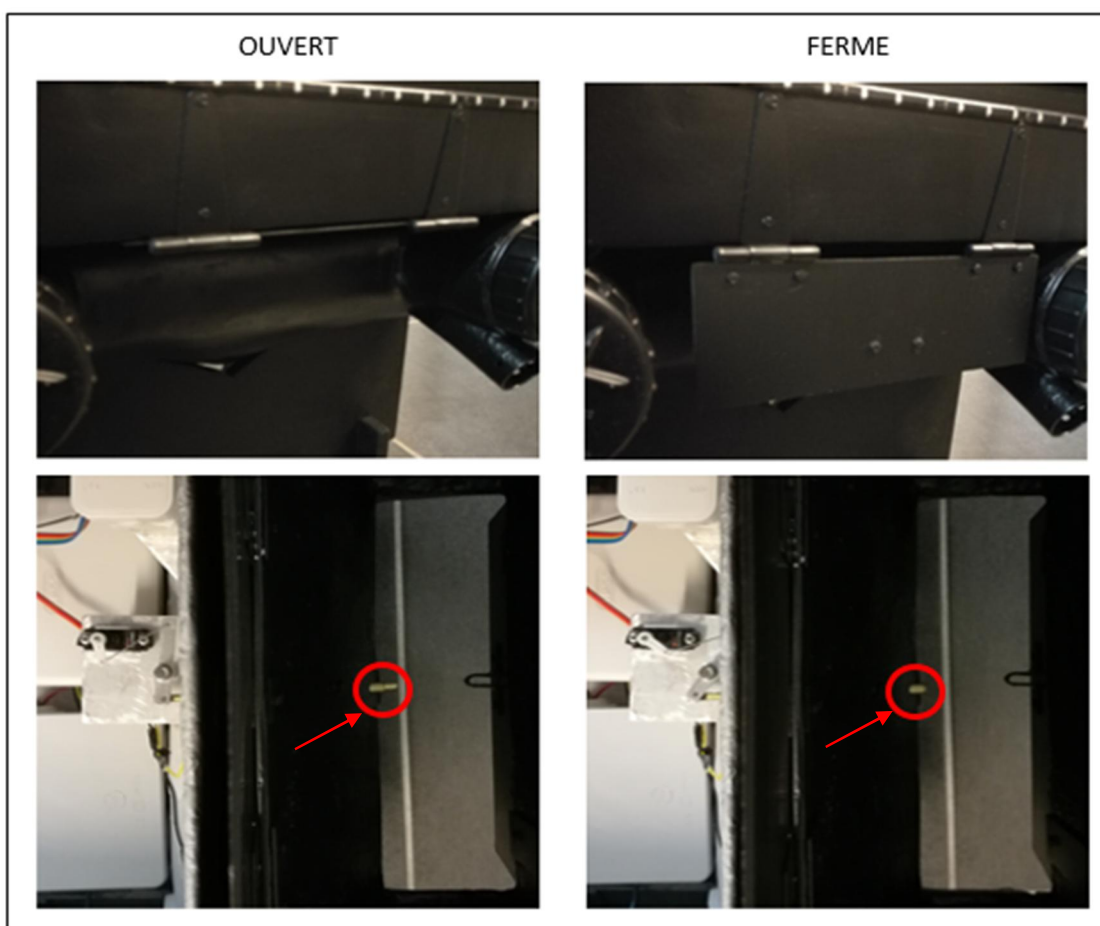


Figure 12: Photos illustrant le mécanisme d'ouverture/fermeture du bac

Le gros avantage de ce bac est sa contenance car il est capable de contenir facilement plus de 1kg d’appâts.

Plus de détails dans le fichier joint : « Photos_bac ».

II – C) Motorisation

Pour que le bateau avance, j'ai fait le choix de prendre deux moteurs CC Robbe 12V. La transmission se fait avec des arbres et des cardans avec renvoi d'angle. Il a fallu bien évidemment un palier graisseur pour éviter d'abimer le mécanisme et fluidifier la rotation de l'arbre.

Nous allons plus particulièrement nous attarder sur le fonctionnement des moteurs. Un moteur CC (Courant Continu) est composé de bobines et d'aimants permanents. Les bobines à l'intérieur du moteur vont être parcourues par un courant ce qui va engendrer un champ magnétique. Ce champ magnétique qui va donc être créé à l'intérieur de l'aimant permanent, va avoir tendance à aligner les deux bobines avec l'aimant. Comme un système à l'intérieur de ce moteur va permettre d'inverser le sens du courant à chaque fois que les bobines font un demi-tour, le champ magnétique induit par les bobines va donc toujours avoir envie de s'aligner avec le champ magnétique de l'aimant permanent.

Mais comment allons-nous introduire le courant dans les bobines pour faire tourner les moteurs ?

J'utilise le composant L298N pour commander la vitesse de rotation des moteurs et leur sens de rotation. Ce composant permet d'envoyer un courant beaucoup plus important dans le moteur, un courant commandé par un courant issu d'un pin de la carte Arduino. Le L298N va également protéger le moteur des courants induits.

Pour faire varier la vitesse de rotation du moteur, on va utiliser un signal appelé PWM (Pulse Width Modulation). Ce qui détermine la vitesse de rotation va être le rapport cyclique.

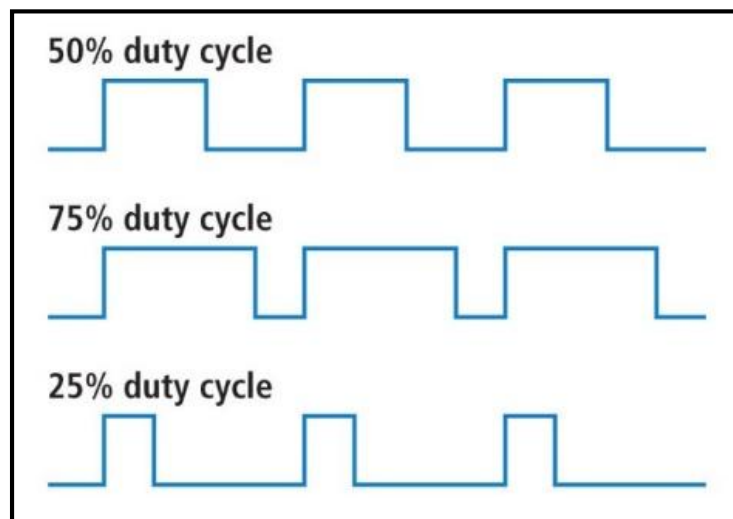


Figure 13: Chronogrammes de différents signaux PWM

Pour le sens de rotation nous allons utiliser un montage particulier que l'on appelle pont en H. Ce montage est constitué de quatre interrupteurs au milieu duquel le moteur sera branché.

On va donc pouvoir commander les quatre interrupteurs de manière à choisir le sens du courant qui va parcourir le moteur et par conséquent choisir son sens de rotation.

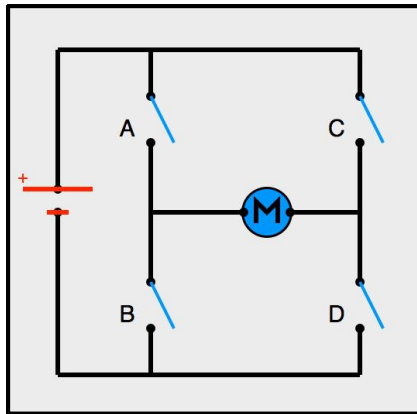


Figure 14: Schéma électrique du pont en H

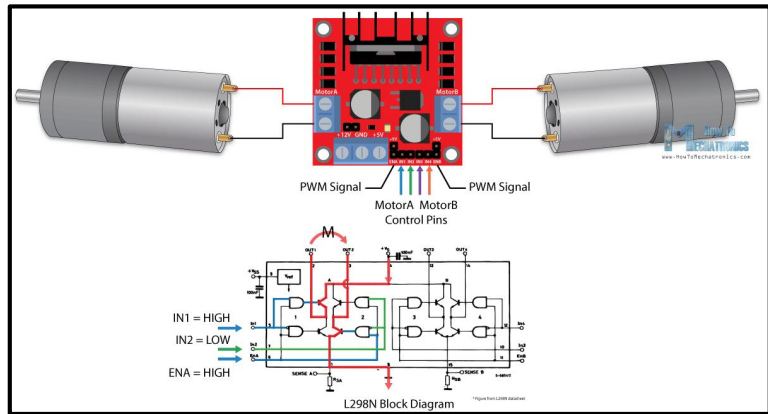


Figure 15: Description du L298N

Plus de détails dans le fichier joint : « Photos_motors ».

La vitesse et le sens de rotation des moteurs seront gérés par les informations reçues sur la position du joystick. Avec Arduino, la vélocité des moteurs à courant continu est entre 0 et 255, 255 équivaut à la vitesse maximale du moteur. Ainsi, j'ai utilisé la commande « map » pour établir une proportionnalité entre la position du joystick et la vitesse des moteurs en prenant en compte les limites de chacun.

```
motorSpeedA = map (data.axeY, 550 , 1023 , 130 , 255 );
motorSpeedB = map (data.axeY, 550 , 1023 , 130 , 255 );
```

Pour ne pas se prendre dans des herbes et pour une question de maniabilité, il n'y a pas de gouvernail mais deux moteurs.

Plus de détails dans le code source joint : « RF_reciever ».

II – D) Eclairage

Afin que l'embarcation soit visible la nuit et par temps brumeux, il était nécessaire qu'elle soit équipée d'éclairage avant et arrière. Comme pour le bac d'amorçage, j'utilise un servomoteur avec deux positions bien définies. Celui-ci va venir appuyer sur un interrupteur pour allumer pour allumer simultanément un phare à LED et une bande LED bleu, un éclairage avec des LED pour une basse consommation.

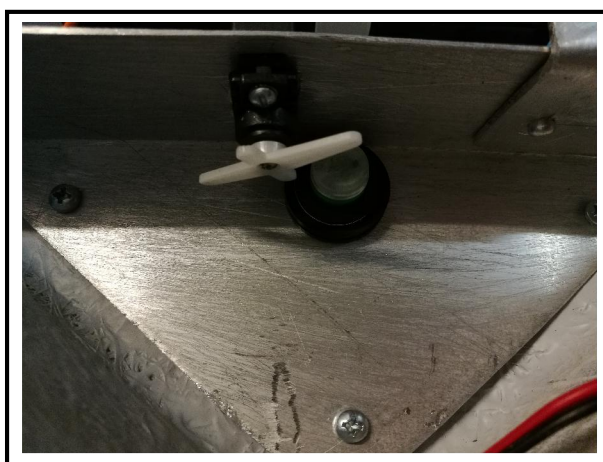


Figure 16: Photo du mécanisme



Figure 17: Photos de l'éclairage avant et arrière du bateau

III – La caméra

Comme je l'ai dit précédemment, le retard des livraisons et d'autres événements ont ralenti le projet donc le temps a manqué pour concrétiser l'envoi d'un flux vidéo. En revanche, je compte bien poursuivre l'implémentation de cette fonctionnalité.

La mise en place de la vidéo se fera à partir de la caméra OV7670 reliée à une Arduino NANO et envoyée via le module bluetooth HC-05.

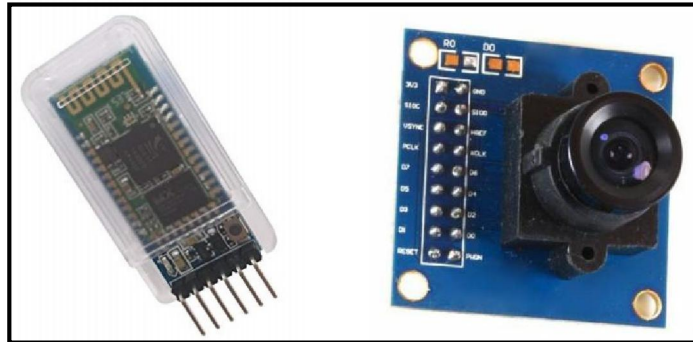


Figure 18: Image du module HC-05 et de la caméra OV7670

L'élaboration d'une application Android est prévue pour recevoir la vidéo depuis un smartphone.

CONCLUSION

Ce projet c'est globalement bien déroulé et m'a permis de me perfectionner dans la programmation avec Arduino. J'ai réalisé qu'il est possible de concevoir tout un tas de systèmes avec ce que cet environnement de développement nous fournit en terme de bibliothèques mais aussi de matériels.

BILAN sur l'embarcation:

- Vitesse : ~3km/h
- Poids : 14kg
- Coût : ~550€
- Temps passé : 200 - 220h

Améliorations à venir:

- Rajouter du poids à l'avant du bateau pour que l'axe des arbres de moteur forme un angle plus petit avec la surface de l'eau, ainsi on aura une meilleure poussée
- Pivoter sur lui-même comme char avec l'implémentation de l'action de deux boutons qui se situeront sur les côtés de la télécommande.