

Projet 2^{ème} année : Drone amphibie

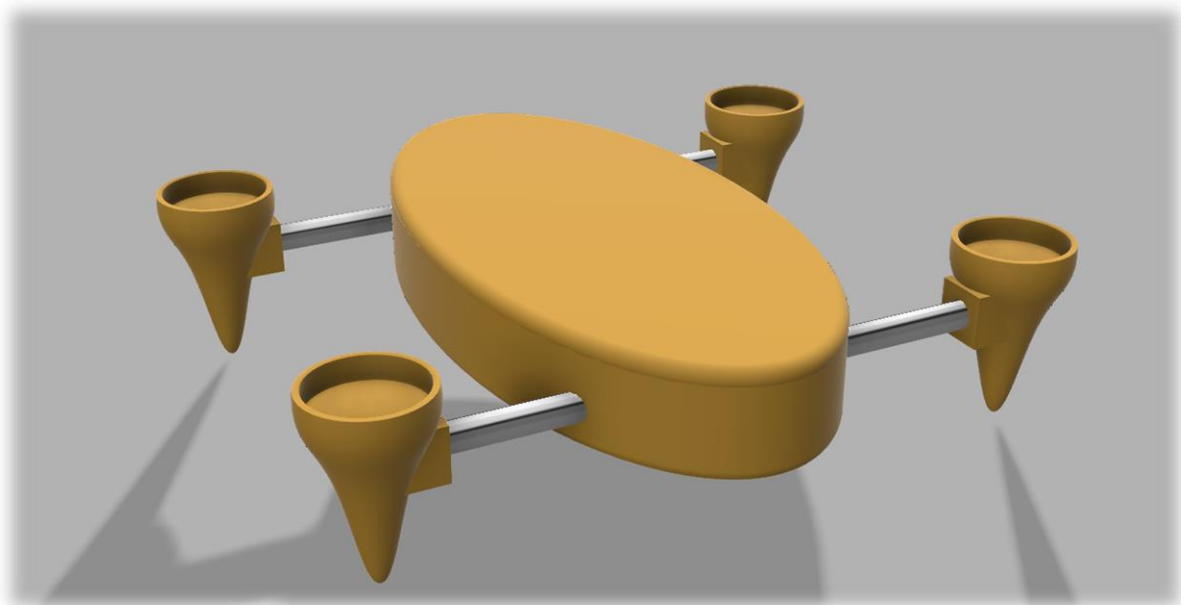


Table des matières

Introduction.....	2
Partie mécanique : conception du drone	3
Dimensionnement	3
La réalisation physique :	4
Réalisation 3D.....	4
Partie électronique : conception de la carte de contrôle :	6
Etude des différentes parties de la carte :	6
Conception de la carte	11
Réalisation de la carte	12
Conclusion	13
Annexe.....	14

Introduction

Pour ce projet nous devons concevoir un drone amphibie, qui peut voler aussi bien dans l'air que dans l'eau. Notre groupe constitué de 4 étudiants a été divisé en 2 binômes :

- Un qui s'occupe de la communication entre le drone et la télécommande.
- Et le nôtre qui s'occupe de la partie mécanique et informatique du drone

Dans ce dossier nous détaillerons ce que nous avons pu faire durant ce projet.

Partie mécanique : conception du drone

Cette partie portera sur la partie physique du drone. Nous présenterons le choix des différents éléments qui ont servi à dimensionner le drone en fonction des différents milieux dans lequel le drone va évoluer.

Dimensionnement

Dans un premier temps nous avons réfléchi à la taille du drone et à son poids. En effet, nous avons opté pour un drone quadricoptère, pour une meilleure stabilité. Nous avons ensuite décidé la taille du drone. Ce choix a été l'un des plus compliquer car il a fallu trouver un compromis entre faire un drone petit et léger pour abaisser la puissance des moteurs et donc la taille de la batterie grâce auquel on a pu finalement se contenter d'utiliser une Lipo 3S.

Après cette réflexion, nous avons décidé pour les moteurs, des brushless, ce choix était le plus logique. En effet, les moteurs brushless ont la particularité d'avoir une plus grande gestion de la vitesse qui nous permet un meilleur contrôle du drone et une faible consommation d'énergie, tout cela pour un poids inférieur aux autres moteurs, qui nous a comme expliqué ci-dessus de pouvoir utiliser une Lipo 3s, c'est pour cela que nous avons choisi les moteurs BE1104 DYS qui délivrent une puissance de 487.2 W.



Après ce choix, il fallut choisir les hélices, pour cela nous avons dû prendre en compte les deux milieux dans lequel le drone allait évoluer. En effet la forme de l'hélice pour se déplacer dans l'eau a une forme plus courbe et elle est plus petite qu'une hélice pour un drone aérien. De plus, une hélice trop grande pour un drone sous-marin risque est inutile et génère trop de remous. C'est pour cela qu'il a fallu trouver des hélices qui allié une taille adéquate pour avoir une portance adéquate pour le vol du drone et suffisamment petite et courber pour que le drone puisse se déplacer sous l'eau sans trop de difficulté. Pour cela nous avons choisi les hélices du concepteur Graupner car elles répondaient au cahier des charges.



Enfin, le dernier composant qu'on a dû dimensionner ce fut la batterie. Nous n'avons pas pu la commander pour cause du confinement mais nous avons déjà choisi une batterie, en effet, comme expliqué précédemment cette batterie devait être une Lipo 3s car c'est une batterie qui nous fournirait les 15V nécessaire au bon fonctionnement de la partie électronique du drone et assez de puissance pour soulever et déplacer le drone dans les différents milieux.

La réalisation physique :

Réalisation 3D

L'allure du drone fut l'un de nos premiers échanges car avec l'objectif de faire un drone sous-marin et aérien on devait réfléchir à sa taille, son volume, son type de déplacement, si ça allait être un quadricoptère, etc.

Pour modéliser le drone nous avons utilisé le logiciel de modélisation 3D, Autodesk Fusion 360 qui nous a permis de créer chaque pièce du drone et de les assembler pour obtenir le résultat ci-dessus.

Dans un premier temps, nous avons conçu le corps du drone. Avec l'équipe, nous avons donc opté pour une forme ellipsoïdale pour le corps avec quatre pieds reliés au corps par des bras d'aluminium. Le corps a été réalisé à l'aide de l'imprimante 3D de même pour les pieds.

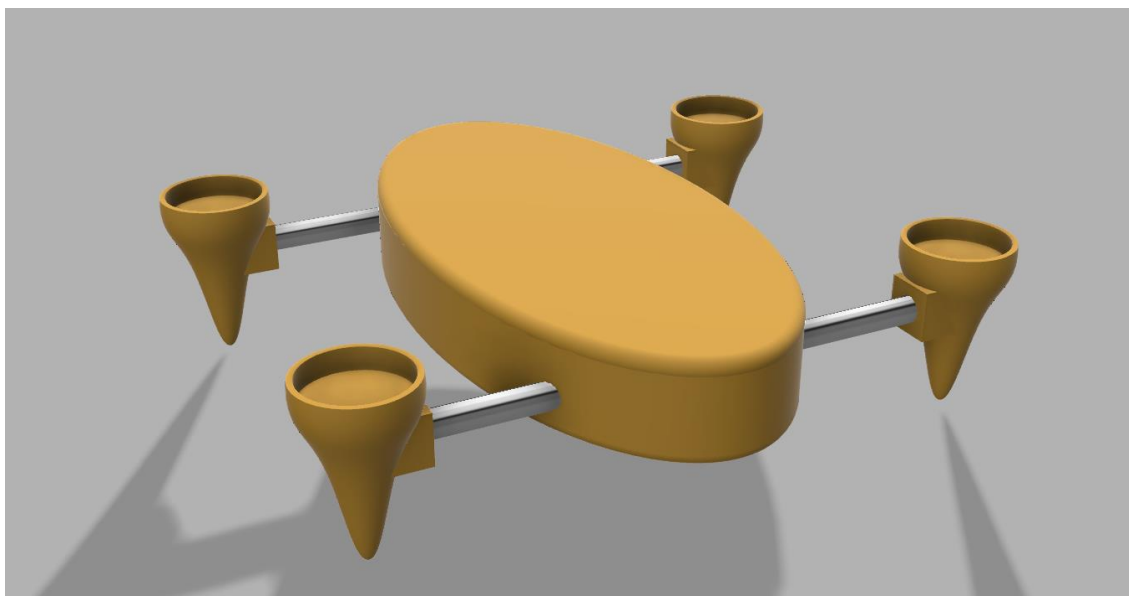
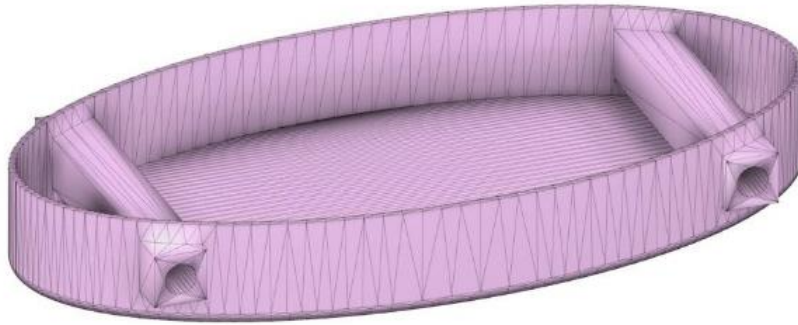


Figure 1: représentation 3d du drone issu du logiciel fusion 360

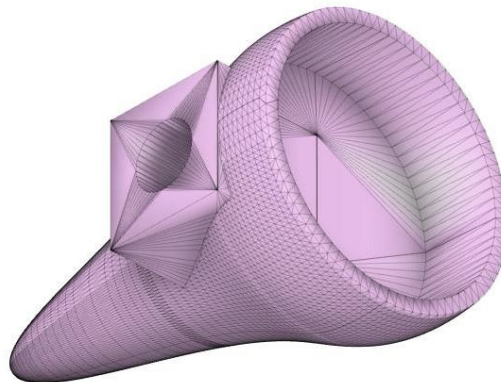
De plus, l'intérieur du corps est vide et nous allons percer des trous dans la coque pour que l'eau puisse s'infiltrer à l'intérieur ce qui permettrait au drone de plonger plus facilement dans l'eau puisque du fait des matériaux utilisés et de la poche d'air générée par le boîtier étanche pour l'électronique, nous avons donc décidé que le boîtier serait remplacé pour le prototype par un sac sous vide qui réduirait la taille de la bulle d'air et que le reste du drone lors de l'immersion sera rempli d'eau.



Nous avons aussi décidé que ce corps serai découpe en 2 morceaux pour permettre l'accès aux composants électroniques pour d'éventuel réglage.



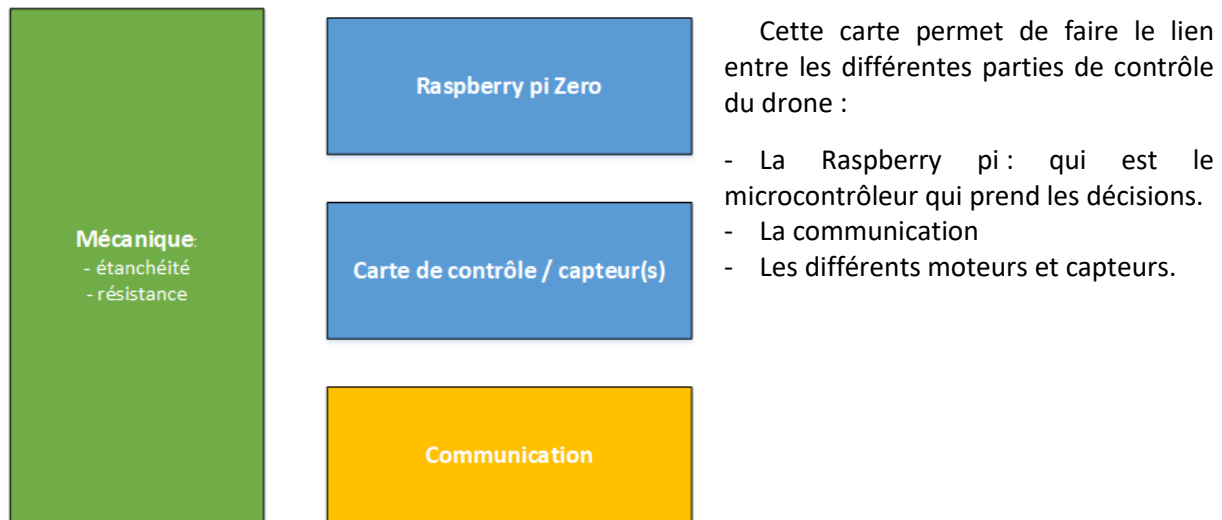
En fin au niveau des pieds nous les conceptualises afin qu'il puisse se poser sur terre mais aussi l'aider à s'immerger lorsqu'il se pose sur l'eau.



En fin, pour les bras, nous avons utilisé un tube d'aluminium qui nous permet de renforcer le drone tout en gagnant du poids par rapport aux autres possible métaux.

Partie électronique : conception de la carte de contrôle :

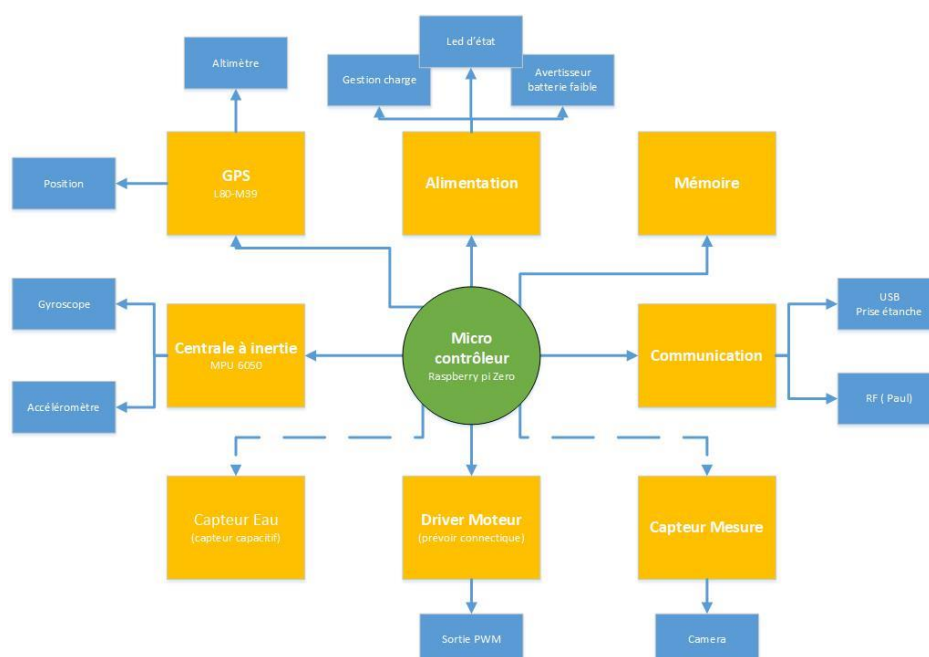
Dans cette partie nous allons décrire comment a été conçue la carte qui se connectera à la carte Raspberry qui contient le programme.



Etude des différentes parties de la carte :

Avant de concevoir la carte on l'a coupé en différentes parties plus facile à réaliser et dont le drone aura besoin afin de fonctionner correctement. La liste des différentes parties se trouve si dessous :

- Alimentation : fourni l'énergie pour toute la carte,
- Mémoire : pour stocker les valeurs des différents capteurs (la mémoire est contenue dans la raspberry)
- Communication : ordre envoyé depuis la télécommande
- Driver moteur : mis en forme du signal moteur en fonction du signal de commande fourni
- Un capteur : détermine quand le drone passera dans l'eau



- Centrale à inertie : savoir dans quel sens est le drone et à quelle vitesse il va
- GPS : indique l'altitude et la position du drone (pas utile pour le vol normal du drone mais peut ajouter une sécurité en plus lors de mission)
- Capteur mesure : pour le moment on a juste connecté un capteur de pression.

Une fois cela fait on a étudié chaque partie séparément afin de connaître les composants à utiliser et grâce à la documentation de ceux-ci on a pu alors les interfacer avec notre carte.

Communication :

Cette partie doit récupérer les informations de la télécommande, on ne rentrera pas dans les détails dans cette partie. Mais le récepteur à 8 voix et que chaque voix à un connecteur 3 pins : alimentation, masse et données.

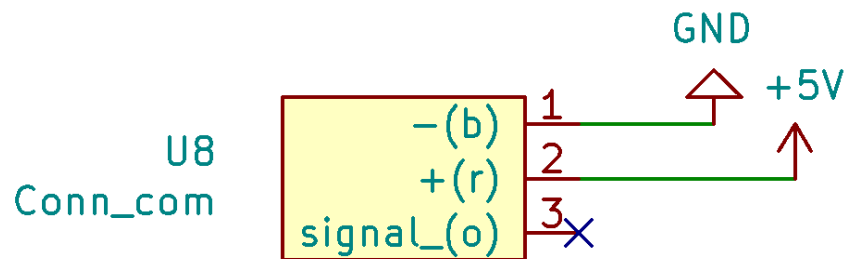


Figure 2: schéma d'une voix du récepteur

Alimentation :

Fournie l'énergie dont à besoins tous les composants. Pour le moment sur la carte que l'on conçoit on va seulement ajouter un connecteur d'alimentation : 3.3 et 5V avec leur masse. Une carte pour réguler ses tensions sera créer séparément. L'alimentation viens d'une batterie 3S (~12V) donc la tension est passé par une carte de régulation afin de nous fournir le 3.3V et 5V. Ce choix à été fait car il correspond à la tension demandée par le driver des moteurs.

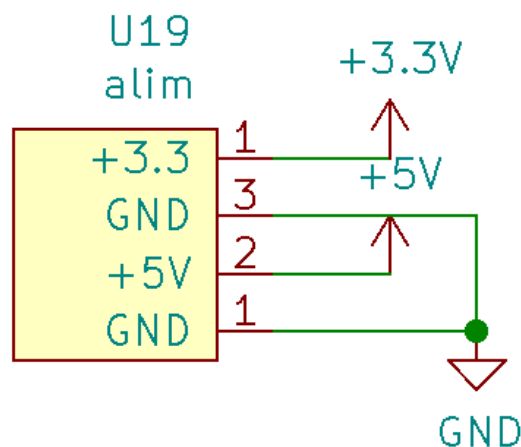
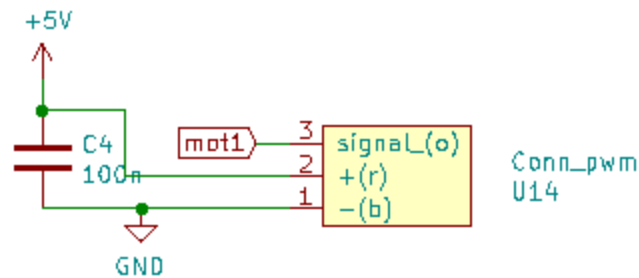


Figure 3: connecteur pour l'alimentation de la carte

Drivers moteurs :

Les moteurs utilisé pour diriger le drone sont des moteurs brushless donc on ne peut pas leur connecter directement à la commande, pour cela on utilise des drivers de moteurs brushless. C'est

contrôleurs prennent en entrée une alimentation et un signal de commande (de forme PWM) et sortent en sortie sur 3 fils le signal qu'il faut pour alimenter le moteur.



Capteur d'eau :

N'ayant pas trouvé de façons simples pour réaliser un capteur qui détecte quand le drone touche l'eau nous avons décidé d'utiliser un bouton de la télécommande qui nous enclenche nous même pour passer de la télécommande au contrôle automatique. Le signal du bouton est alors sorti d'une voix du récepteur et on utilise donc un tag dont le nom est « cap_eau ».

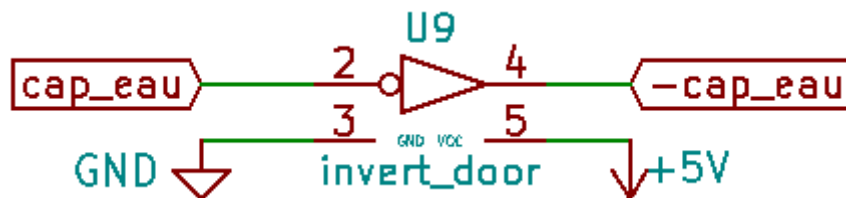


Figure 4:inversion du signal de capteur eau

Mais alors un problème apparaît car pour l'instant seul le signal sortant du récepteur est connecté à la commande des moteurs, pour régler cela on utilise donc une sélection de voix grâce à des transistors. Mais d'abord il faut inverser le signal *cap_eau* grâce à une porte inverseuse (on a alors */cap_eau*). Puis Grâce a des transistors on peut alors choisir qu'elle connexion commande le moteur, comme sur le schéma suivant.

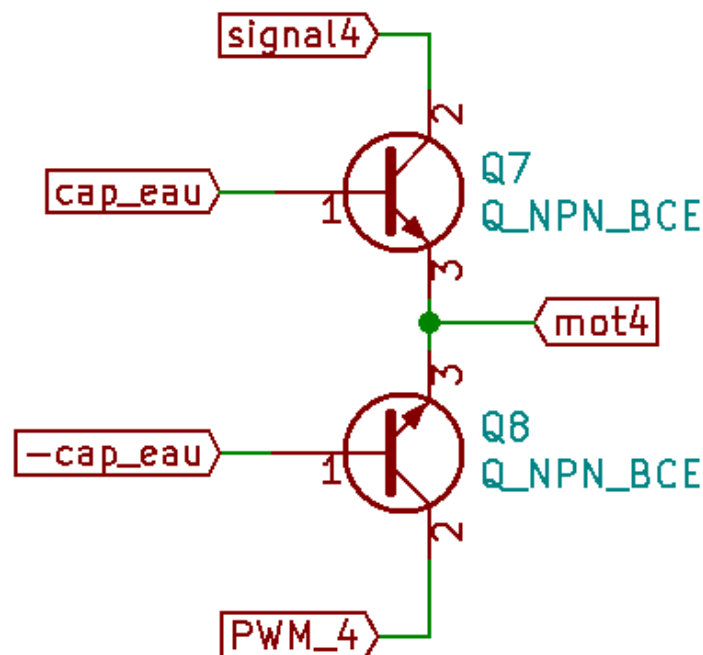


Figure 5:système de sélection de la commande pour un moteur

Centrale à inertie :

La centrale à inertie utilisé est une MPU-6050 qui à 6 axes : un gyroscope 3 axes et un accéléromètre 3 axes. Ce qui nous permettra de connaître la vitesse du drone dans chaque axe donc sa position par rapport au point de départ mais aussi son orientation. Ce composant fonctionne grâce à une communication I²C présente sur la raspberry pi.

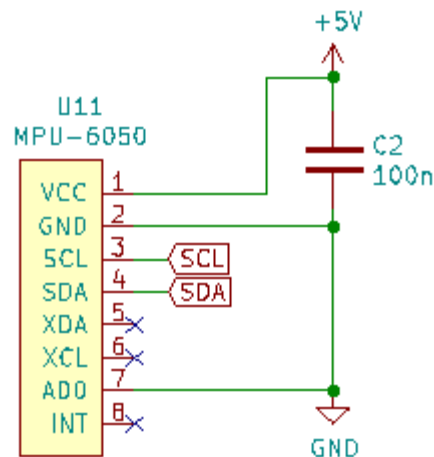


Figure 6: câblage de la centrale inertielle MPU 6050

GPS :

Le GPS quant à lui n'est pas indispensable mais permet d'appliquer une précision supplémentaire, sur la position du drone, lors d'un vol. Nous avons choisi d'utiliser le L80-M39 qui est un module GPS avec antenne intégrée.

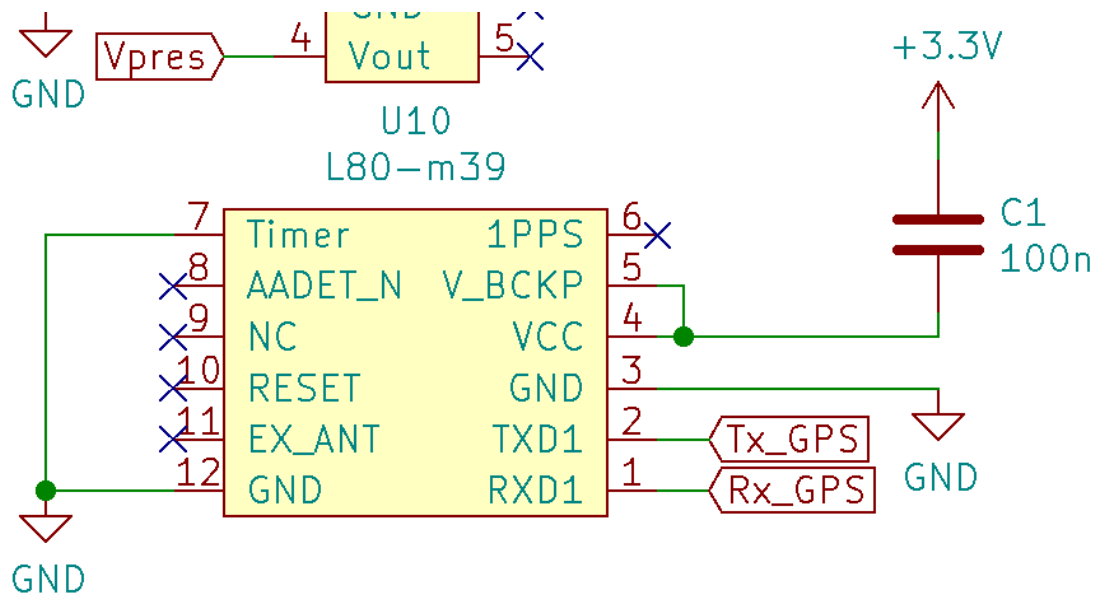


Figure 7: schéma de câblage du module GPS

Capteur mesure :

Pour le moment on a seulement choisi de mettre un capteur de pression afin d'avoir l'altitude de notre drone. Ce composant est assez simple à mettre en œuvre il faut l'alimenter et brancher la sortie qui est une sortie analogique.

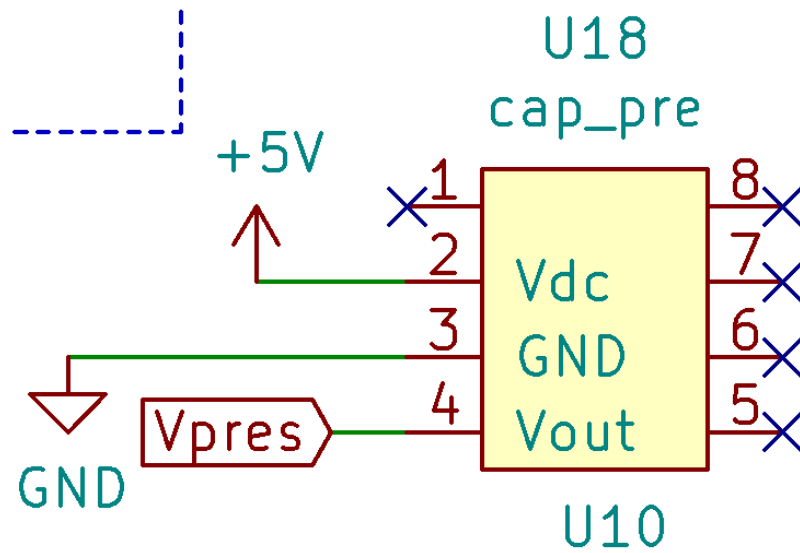


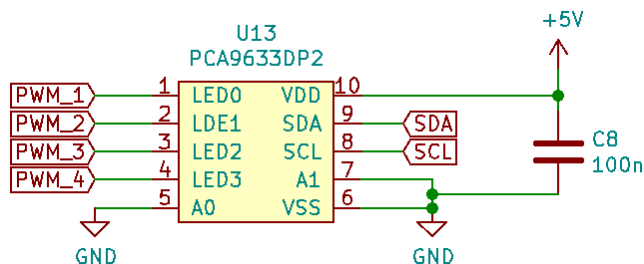
Figure 8: branchement capteur de pression

Conception de la carte

Pour la conception de la carte on a choisi de réaliser un Shield pour la carte raspberry pi (se connecte directement sur la carte). Pour commencer nous avons d'abord créer le schéma des connectiques de la carte raspberry puis sont empreinte. Et ensuite nous avons pu connecter les différents composants avec les pins souhaité afin de bien fonctionner.

Problème du PWM :

Pour contrôler notre drone avec la raspberry pi on a besoin d'un PWM par moteur, or la carte n'en a pas assez donc on a choisi d'utiliser un driver PWM, on lui transmet les données grâce à une communication I₂C, et en sortie on a 4 sorties PWM comme souhaité.

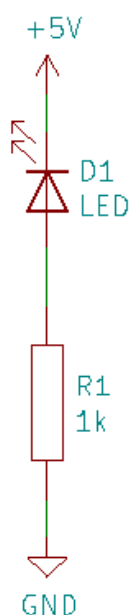


GPIO#	NAME		NAME	GPIO#
	3.3 VDC Power	1	5.0 VDC Power	
8	GPIO 8 SDA1 (I2C)	3	5.0 VDC Power	
9	GPIO 9 SCL1 (I2C)	5	Ground	
7	GPIO 7 GPCLK0	7	GPIO 15 Tx0 (UART)	15
	Ground	9	GPIO 16 Rx0 (UART)	16
0	GPIO 0	11	GPIO 1 PCM_CLK/PWM0	1
2	GPIO 2	13	Ground	
3	GPIO 3	15	GPIO 4	4
	3.3 VDC Power	17	GPIO 5	5
12	GPIO 12 MOSI (SPI)	19	Ground	
13	GPIO 13 MISO (SPI)	21	GPIO 6	6
14	GPIO 14 SCLK (SPI)	23	GPIO 10 CE0 (SPI)	10
	Ground	25	GPIO 11 CE1 (SPI)	11
30	SDA0 (I2C ID EEPROM)	27	SCL0 (I2C ID EEPROM)	31
21	GPIO 21 GPCLK1	29	Ground	
22	GPIO 22 GPCLK2	31	GPIO 26 PWM0	26
23	GPIO 23 PWM1	33	Ground	
24	GPIO 24 PCM_FS/PWM1	35	GPIO 27	27
25	GPIO 25	37	GPIO 28 PCM_DIN	28
	Ground	39	GPIO 29 PCM_DOUT	29

Attention! The GPIO pin numbering used in this diagram is intended for use with WiringPi / Pi4J. This pin numbering is not the raw Broadcom GPIO pin numbers.

<http://www.pi4j.com>

C



On a aussi choisi de rajouter une led qui indique quand la carte est alimentée. On a aussi rajouté un condensateur de découplage de 100nF pour l'alimentation de chaque composant afin de diminuer le bruit.

Lors de la réalisation de la carte on a du aussi faire attention à ce qu'elle rentre dans l'espace qui lui ai dédié dans le caisson du drone, pour cela nous avons privilégié les composants de surface (CMS) et avons réaliser la carte sur 2 faces.

Réalisation de la carte

Pour cause de la situation sanitaire actuelle nous avons seulement eu le temps d'imprimer la carte et de la percer. Nous n'avons pas pu souder les composants dessus car pour une partie nous ne les avons pas reçus.

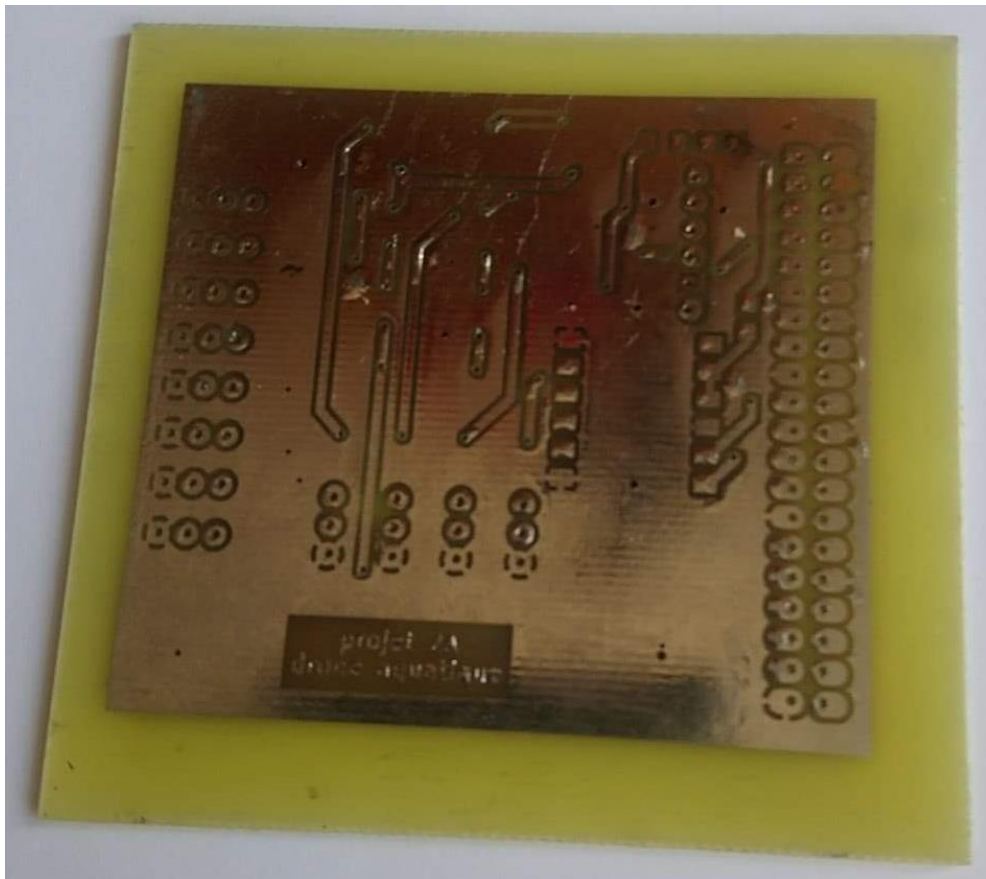


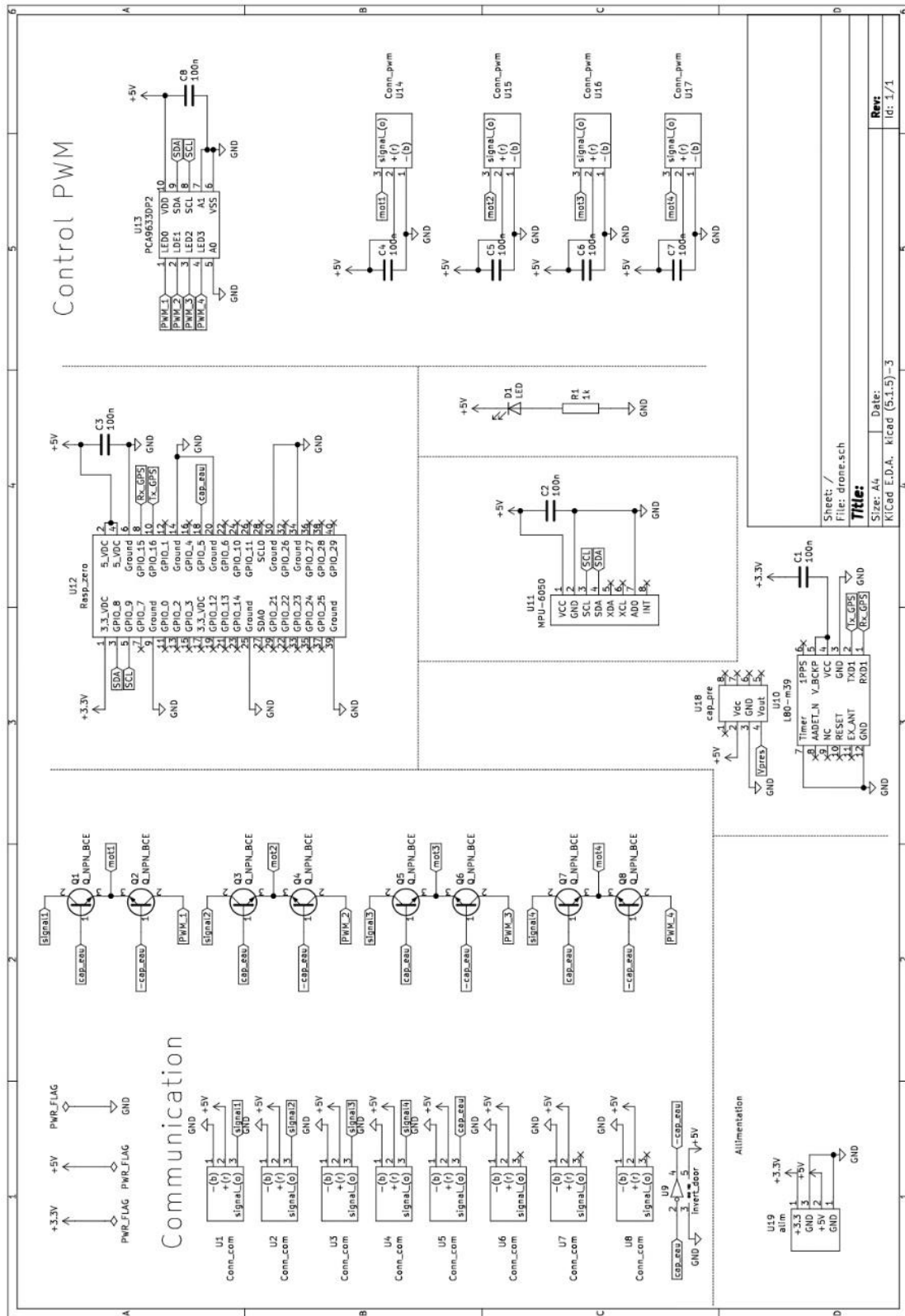
Figure 9: carte imprimée sans les composants

Conclusion

Durant toute la durée de notre deuxième année nous avons travaillé sur ce projet qui consistait à réaliser un drone amphibie, qui peut aussi bien se déplacer dans les airs que dans l'eau. Notre binôme s'est concentré sur la réalisation physique du drone et la partie électronique.

Il reste encore du travail à faire tel que la réalisation du drone, le test de celui-ci sous l'eau, rendre les moteurs étanches, réaliser la carte d'alimentation du drone, ... Mais nous avons réussi à faire une grande partie du travail comme : l'étude et la réalisation complète du drone et de la carte électronique.

Ce projet nous a apporté des compétences scientifique (réalisation mécanique, et électronique) mais aussi humaines car nous avons du travailler en équipe et du mettre nos informations en communs entre les différents groupes afin d'éviter les problèmes lors de la mise en commun.



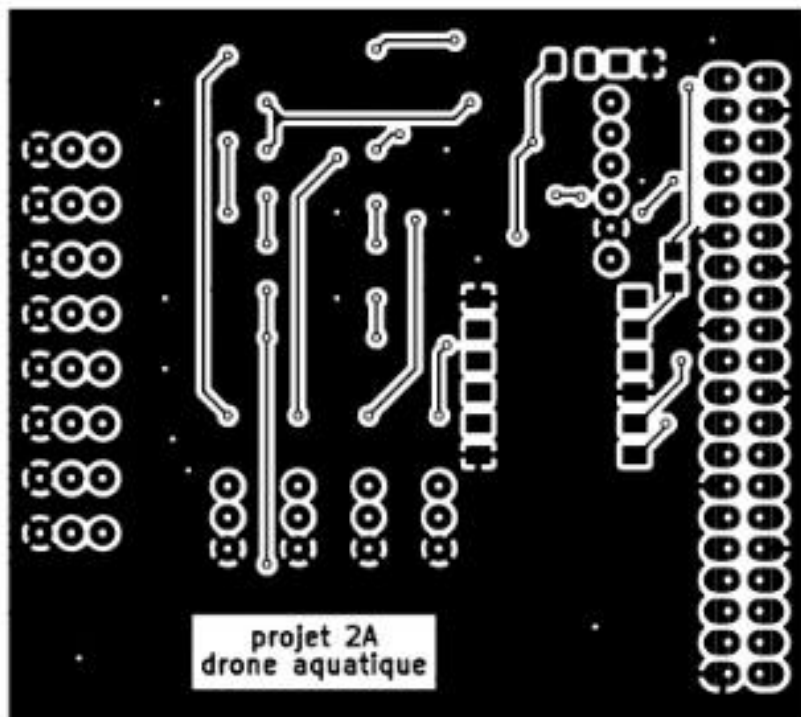


Figure 10: PCB face du dessus

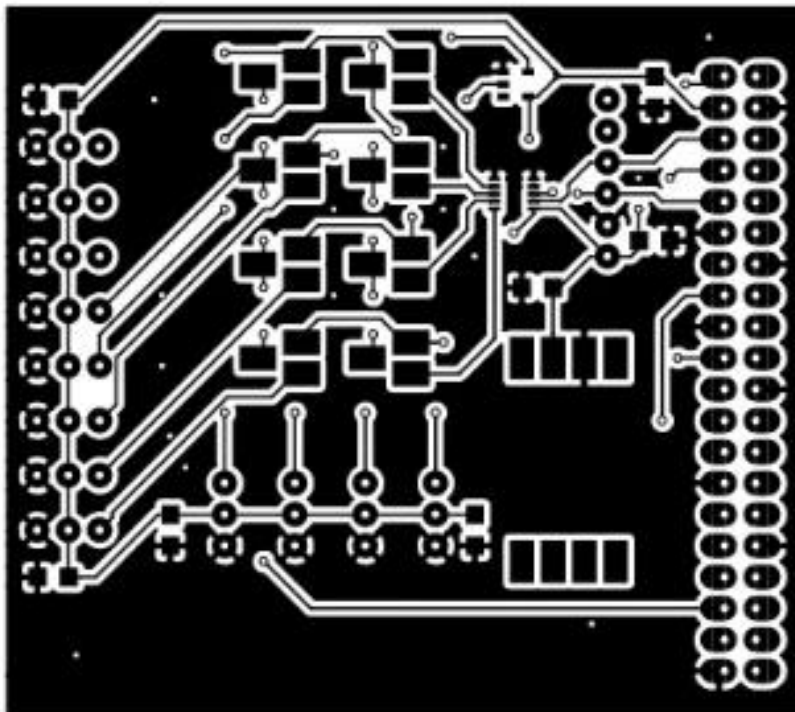


Figure 11: PCB face du dessous