

REX Hydromines

2018



Table des matières

I Les bateaux	4
1 Billy	5
2 Billy the Kid	6
3 Bateau lourd 2018	7
3.1 Conception	7
3.1.1 Étrave perce-vaque	7
3.1.2 PolyCAD	7
3.2 Fabrication	7
3.2.1 Couples	7
3.2.2 Lattes	8
3.2.3 Stratification de la coque	8
3.2.4 Les safrans	8
3.2.5 Les traverses	8
II Calculs Hydrodynamiques	9
4 Comment calculer et optimiser la traînée ?	11
5 Calcul numérique approché de la traînée pour les bateaux fins	12
6 Logiciel d'Elie Hachem	13
7 Logiciel : Fine Marine	16
III CAO	17
8 PolyCAD	18
IV Les outils à disposition	19
9 Les outils de la menuiserie	20
9.1 L'imprimante 3D	20
9.1.1 Le logiciel : Cura	21
9.1.2 Utilisation	21
9.2 La découpeuse laser	21
9.2.1 Le logiciel : Inkscape	21
10 Le matériel de stratification	23

V Le matériel	24
11 Objectif de cette partie	25
12 Composants pûrement électroniques	27
12.1 Système de contrôle	27
12.1.1 Radiocommande	27
12.1.2 Récepteur	28
12.2 Communication radio	28
12.3 Utiliser internet en cas de perte de la liaison radio	29
12.4 Transmission vidéo analogique	29
12.4.1 Émetteur vidéo VTX	29
12.4.2 Récepteur vidéo (Écran)	30
12.4.3 Caméra	30
12.4.4 Les antennes	31
12.5 Micro-ordinateurs	32
12.6 Micro-contrôleurs	32
12.7 Convertisseur USB-série	33
12.8 La centrale inertielle (IMU)	33
12.9 Le récepteur GPS	33
12.10 Le LIDAR	35
13 Composants électriques	37
13.1 Interrupteurs	37
13.2 Fusibles et porte-fusibles	37
13.3 Batteries	38
14 Matériel pour réaliser des circuits	39
14.1 Perfboards	39
14.2 Faire fabriquer un circuit imprimé?	39
14.3 Connecteurs Dupont et JST	41
14.4 Fil électrique pour hautes intensités	42
14.5 Connecteurs haute puissance	42
14.6 Wago	42
15 Boîtiers étanches	44
16 Circuit de refroidissement	45
16.1 Tube nylon	45
16.2 Pompe	46
16.3 Echangeur eau-air	47
16.4 Adaptateurs raccord fileté - connexion rapide	47
16.5 Réservoir d'eau	48
16.6 Mise en place d'un circuit de refroidissement élaboré	48
17 Passage de cables étanche entre un boîtier et l'extérieur	49
18 Bilan : fournisseurs évoqués	50
VI Les partenaires	51
18.1 Mines	52
18.1.1 La DE	52
18.1.2 Les Alumnis	52
18.2 Entreprises	52

18.2.1 Numeca	52
18.2.2 Chomarat	52
18.2.3 Le Chantier Naval de Bordeaux	52
18.2.4 Schlumberger	53
18.2.5 Missler Software	53
18.2.6 Cirtes	53
18.2.7 Autres	53
18.3 Particuliers	54
VII Les équipes hydromines	55
18.4 2016-2018	56
18.5 2017-2019	56
18.6 2018-2020	56

Première partie

Les bateaux

Chapitre 1

Billy

Chapitre 2

Billy the Kid

Chapitre 3

Bateau lourd 2018

Pour le bateau lourd, nous sommes partis sur un catamaran car le problème de stabilité de la coque ne se posait pas. De plus, on devait à l'époque justifier notre partenariat avec le magazine Multicoque (ce partenariat n'a pas été renouvelé en 2018). Nous sommes donc partis sur une structure en bois qui serait stratifiée.

3.1 Conception

Nous avons regardé différentes coques de catamarans afin de nous familiariser avec leur forme. Nous avons aussi voulu faire une étrave perce-vague.

3.1.1 Étrave perce-vague

Pour dessiner la forme de l'étrave, nous avons regardé un dessin d'étrave déjà existante. Nous avons ensuite repris l'angle de l'étrave par rapport l'horizontale.

3.1.2 PolyCAD

Le bateau a conçu à l'aide du logiciel PolyCAD (libre de droit). Nous avons voulu faire de l'optimisation de forme de la coque à l'aide de Michlet. Cependant, nous avons du faire face à un grand manque de temps. La forme de la coque a donc été réalisé à l'oeil. Nous avons tout de même minimiser la courbure de la coque. PolyCAD permet en effet d'afficher la courbure des arcs dessinés. Nous avons donc ensuite modifiés les arcs en conséquence.

Un autre facteur très important lors de la conception a été la flottaison du bateau. Nous avions prévu une marge de 12 cm de coque par rapport au niveau de l'eau. En effet, le système de vague créé par le bateau peut être plus grand que le niveau moyen de l'eau. Il a donc fallu modifier les dimensions de la coque pour respecter ces critères. Nous avons privilégié une coque longue et large plutôt que haute. Une coque longue permet d'augmenter la vitesse de coque ($V = \sqrt{L} * 2.43$) et une coque large permet d'avoir une plus grande "surface portante".

Nous avons extrait la forme des couples à partir de la forme de la coque : une simple projection sur un plan avec PolyCAD. Les couples ont été espacé régulièrement sauf à l'avant et à l'arrière de la coque, là où la courbure de la coque est la plus grande et où le risque de chocs est le plus grand.

3.2 Fabrication

3.2.1 Couples

Pour faire les couples, nous avons pris des planches d'Oukoumé nautique de 21 mm. Nous voulions les découper à l'aide de la découpe laser. Cependant, la planche était trop épaisse. Nous aurions du prendre 2 planches plus fines, les mettre en forme à l'aide de la découpeuse laser et les coller ensemble. A défaut de pouvoir cela, nous avons utiliser un vidéo projecteur pour projeter la

forme des couples sur le bois. A posteriori, nous aurions tout de même dû utilisé la découpeuse laser pour dessiner les formes à découper sur le bois. Le bois a ensuite été découpé à la scie sauteuse.

Des trous ont été prévus pour faire passer des tasseaux. Ces trous ont été fait en 2 étapes : on a fait 4 trous plus petits qu'on a ensuite enfoncé pour faire un trou plus grand. Ensuite, le trou a été limé pour faire un carré qui laisserait passé tout juste le tasseau.

Les bords des couples ont été poncés afin que ceux-ci fassent un angle. Le clouage des lattes après serait plus simple par la suite.

Les tasseaux ont finalement été insérés dans les couples et les couples ont été positionnés correctement. De la colle à bois a été injectée dans les interstices entre les couples et les tasseaux afin de rigidifier le tout.

3.2.2 Lattes

Nous avons acheté une agrafeuse afin de pouvoir clouer les lattes plus rapidement sur les couples. Le bois choisi pour les lattes est le samba pour sa souplesse et sa légèreté. Nous l'avons acheté chez Weymuller.

Les lattes n'étaient pas assez longues pour faire toute la coque. Nous avons dû les aligner. Nous pensions que faire varier la jonction entre 2 lattes à chaque ligne augmenterait la résistance du montage mais c'est le contraire. Par ailleurs, le fait de monter les lattes ainsi a fait que les lattes n'avaient pas la même courbure une fois sur deux. Nous n'avons pas pu corriger ce défaut lors de la phase de ponçage et de stratification.

Les lattes ont ensuite été poncées afin que la surface de la coque puissent être stratifiées plus facilement. Cela permet en effet d'éviter de faire des bulles.

3.2.3 Stratification de la coque

3.2.4 Les safrans

3.2.5 Les traverses

Deuxième partie

Calculs Hydrodynamiques

Un bon point de départ pour l'Hydrodynamique navale est ce site web qui résume bien tout ce qu'il y a à savoir : <https://www.usna.edu/NAOE/academics/en400.php>

Au cours des années, de nombreux logiciels ont été utilisés pour faire des simulations. Voici un récapitulatif de ce qui a été fait.

Chapitre 4

Comment calculer et optimiser la traînée ?

Rédigé par Jean-Baptiste Arber (Hydrocontest 2016-2017 et 2017-2018)

Chapitre 5

Calcul numérique approché de la traînée pour les bateaux fins

Rédigé par Jean-Baptiste Arber (Hydrocontest 2016-2017 et 2017-2018)

Chapitre 6

Logiciel d'Elie Hachem

Rédigé par Ulysse Réglage (Hydrocontest 2017)

NB : Cette note est pour le moment incomplète, mais elle regroupe tout ce que Ulysse Réglage a appris d'Elie Hachem !

Bon, d'abord il faut se connecter en VPN aux serveurs de Sophia :

- Lancer Internet Explorer !!! Pas Edge, pas FireFox, non ! Il faut absolument Internet Explorer, aucun autre navigateur ne fonctionnera.
- Rendez-vous à cette adresse : <https://vpn.sophia.mines-paristech.fr/>

ID : eleves.mines

Mot de passe : Hotel..2012

- Une fois connecté, dites oui à l'installation de ActiveX.
- Puis, en bas de la page, cliquez sur le serveur Indianola.
- Normalement, le bureau tout moche de Windows 98 doit apparaitre.

Vous êtes dans la place, vous voulez maintenant faire des simulations, il faut générer les maillages :

- Tout d'abord, il faut générer des .stl avec un maillage propre, c'est-à-dire régulier, ce que Mr Hachem ne m'a pas encore expliqué comment faire.
- Puis, il faut générer un maillage volumique pour l'eau et le bateau, en .t, ce que Mr Hachem ne m'a pas non plus expliqué...
- A la suite de ces 2 étapes, on obtient deux fichiers :

Domaine.t (le maillage de l'eau).

Object.t (le maillage du bateau).

On va supposer que l'on a ces fichiers pour la suite... Maintenant, il faut lancer les simulations :

- Le serveur de calcul est le eleves.mines (Z :), C'est un 20 coeurs, il apparaît à gauche dans l'explorateur de fichiers.
- Rendez-vous dans Z :Flow/, vous devez voir des fichiers dont le nom commence par V. Il s'agit des dossiers de simulation. V pour vitesse, la convention et de les nommer par vitesse de simulation (ex : V4 pour 4m/s).
- Supposons que l'on souhaite faire une simulation pour un écoulement à 4m/s. Prenez l'un des fichiers existant, et copiez-le. Donnez-lui ensuite le bon nom.
- Allez dans Z :Flow/V4/ et remplacez les fichiers Domaine.t et Object.t.
- Ouvrez ensuite le fichier Z :Flow/V4/Job/ihm.mtc dans un éditeur de texte, ce sont les paramètres de la simulation :

PasDeTemps précision temporelle de la simulation en secondes, 0.1 c'est bien !

TempsFin durée de la simulation, 500 est une bonne valeur pour Elli.

VIn est la vitesse de l'écoulement en m/s.

- Pensez bien à modifier VIn et à enregistrer les modifications
- Enfin, allez dans Z :Flow/V4/Job/result/ et supprimez bien tous les fichiers en .vtu.

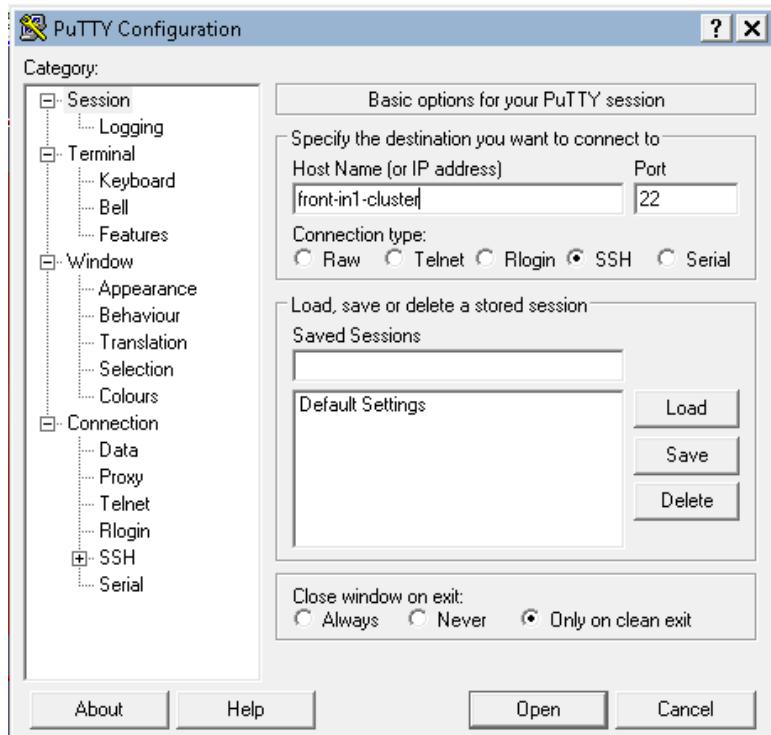
Maintenant, il faut lancer la simulation :

- Allez dans démarrer, et tapez putty, puis entre.

```

1 ( Target<> PropCp 0 ) #
2 ( Target<> ReNumber 10000 ) #
3 #
4 #
5 ( Target<> PseudoTimestep 0.1 ) #globalPseudoTimeStep=Time Step (s) Navier-Stokes equation will be solved every Time Step.;slider0:0.01:0.1:0.01
6 ( Target<> Timestep 0.001 ) #
7 #
8 ( Target<> FrequencyStorage_vtu 10 ) #globalPseudoFrequencyStorageFrequency=Controls at which frequency your simulation results are stored.;slider0:5:50
9 ( Target<> FrequencyStorage_vtu 10 ) #
10 ( Target<> UBC_N_Autowave ) #Parameter setting the velocity at the domain entrance;slider0:1:75:120:0.1
11 #
12 #
13 ( Target<> TotalInitialMach 1 ) #
14 ( Target<> MinMach 0.0001 ) #
15 ( Target<> MaxMach 0.0001 ) #
16 ( Target<> MinRho 0.0001 ) #
17 ( Target<> MaxRho 0.0001 ) #
18 ( Target<> ScaleNormal 0.5 ) #
19 ( Target<> MinDense 0.01 ) #
20 ( Target<> MaxDense 0.01 ) #
21 ( Target<> ErrL 0.001 ) #
22 ( Target<> AdmRateMax 500000 ) #
23 #
24 #
25 AdmRateMax?Upload files?Upload files!Please upload your body fitted mesh file (domain.t) and your object mesh file (object.t);upload0:domain.t;object.t
26

```

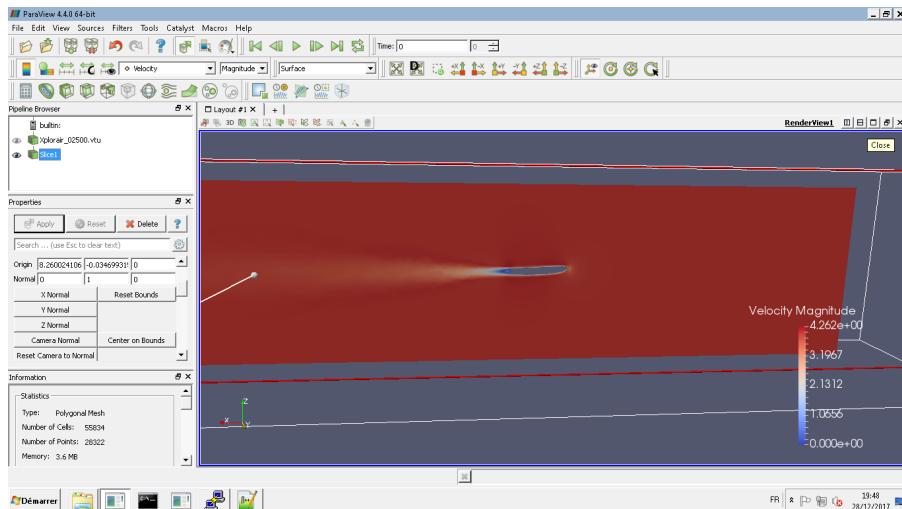


- Pour vous connectez au cluster, rentrez front-in1-cluster dans Host Name. Puis Open, et rentrez le nom d'utilisateur et le mot de passe donnés plus haut, c'est les mêmes.
 - La console s'affiche
 - Vous aurez besoin de 3 commandes :
 - oarstat -u** (Pour afficher les calculs en cours)
 - oardel 470643** (Pour tuer en calcul, le numéro étant l'id du calcul affiché par la commande précédente)
 - oarsub -S ./job_intel.sh** (La commande pour lancer un calcule, à lancer dans le fichier Job)
 - Les résultats de simulation apparaissent dans le dossier Z :Flow/V4/Job/result/, ce sont les fichiers .vtu.
- Pour visualiser les résultats :
- Lancer le logiciel paraview depuis le menu démarrer.
 - Ouvrez le vtu que vous voulez.
 - Un gros pavez apparaît, c'est l'eau, zoomez à l'intérieur pour trouver le bateau.
 - Pour afficher le champ dans vitesses et des pressions, ajoutez une nouvelle slice (en haut à gauche), et cochez pression ou vitesse dans le menu déroulant en haut à gauche.
 - Utilisez la souris pour bouger la coupe et tourner la vue.

```

front-in1-cluster.cemef.mines-paristech.fr - PuTTY
[...]
#####
#          TOOLS      #
# CIMLIB executable : cimlib_driver      #
# CIMLIB oar script   : cimlib_run.sh    #
# CIMLIB_CFD executable : cimlib_CFD_driver #
# CIMLIB CFD oar script : cimlib_CFD_run.sh #
# LIBRARIES           : load_modules      #
#####
-bash-4.1$ ls
Flow modele_bashrc
-bash-4.1$ oarstat -u
-bash-4.1$ cd Flow/V2/Job/
-bash-4.1$ oarsub -S ./job_intel.sh
[ADMISSION RULE] Modify resource description with type constraints
OAR_JOB_ID=471192
-bash-4.1$ oarstat -u
Job id   S User       Duration System message
-----
471192   R elevens.m 0:00:04     R=20,W=84:0:0,J=B,N=Soufflerie10,T=small (Karma=0.008,quota_ok)
-bash-4.1$ oardel 471192

```



- Pour le moment, c'est du monophasique, le bateau est donc un sous-marin.
- Mr Hachem n'a pas fait la routine pour intégrer le champ des pressions, on a donc pas la résistance à l'avancement.
- Je peux interpoler le champs des pressions sur la coque du bateau, mais je suis en déplacement, et mes notes sont à Toulouse.

Chapitre 7

Logiciel : Fine Marine

Troisième partie

CAO

Chapitre 8

PolyCAD

Quatrième partie

Les outils à disposition

Chapitre 9

Les outils de la menuiserie

La menuiserie possède pas mal d'équipement à la disposition des élèves. Il n'y a pas trop de restrictions sur leur utilisation à condition de tout ranger après à moins de vouloir faire face à Jacky, le responsable de la menuiserie. Il ne faut d'ailleurs pas hésiter à lui demander conseil si besoin est, il est toujours prêt à aider les étudiants dans leurs projets.

Le responsable des outils avancés de la menuiserie est Henri Proudhon. C'est celui qu'il faut contacter si jamais vous souhaitez apprendre à utiliser l'une des machines.

9.1 L'imprimante 3D

L'école possède pour l'instant 3 imprimantes 3D. Vous n'utiliserez très probablement jamais la plus ancienne. Les 2 que seront utiles sont :

l'Ultimaker 2+ : C'est celle qui peut imprimer le plus grand volume : 223 x 223 x 305 mm

l'Ultimaker 3 : La version la plus récente. Elle permet d'imprimer un volume plus faible que l'Ultimaker 2+ (215 x 215 x 200 mm) mais elle possède 2 têtes d'impressions ce qui lui permet de faire des impressions avec 2 matériaux différents.



FIGURE 9.1: Les imprimantes 3D Ultimaker

9.1.1 Le logiciel : Cura

Cura est le logiciel qui permet de créer le fichier qui sera utilisé par les Ultimakers. On peut définir les paramètres d'impressions et le positionnement des objets à imprimer dans l'imprimante 3D.

Attention, l'Ultimaker 3 ne fonctionne pas pour l'instant avec la version 3.3.1 de Cura. Il faut utiliser la version 3.2.1.

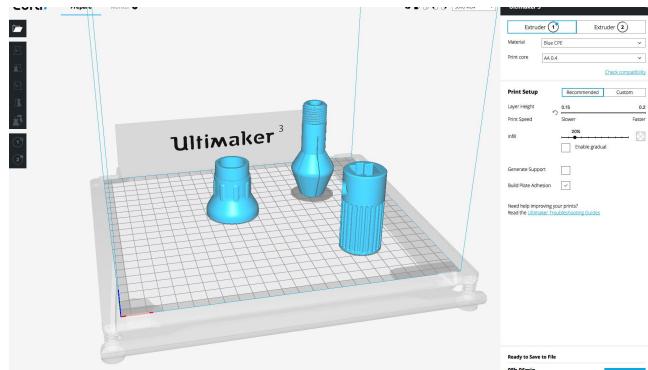


FIGURE 9.2: Cura

9.1.2 Utilisation

Avant de lancer l'impression, il faut passer un coup de spray dur le plateau d'impression. Cela évite d'avoir des problèmes quand on décollera l'impression à la fin.

Le menu est très intuitif et bien expliqué. Le changement des bobines est aussi très simple et bien expliqué sur le site web d'Ultimaker.

9.2 La découpeuse laser

La découpeuse laser est plus complexe à utiliser que l'imprimante 3D. Il vaut mieux que Henri Proudhon vous montre précisément comment l'utiliser. Il faut en effet choisir des paramètres spécifiques à chaque matériaux. Des paramètres sont déjà définis dans la machine pour certains matériaux mais il faudra très certainement mettre cela à jour avec de nouveaux matières premières. Ensuite, il faut calibrer la distance du laser au matériau à découper afin que cela corresponde à la distance focale. C'est d'ailleurs pour cela qu'il est impossible de couper des matériaux d'une trop grande épaisseur (21mm ne passent pas je crois). On peut contourner ce problème en découpant plusieurs fois le même motif et en les empilant par contre.

La découpeuse laser accepte seulement des matériaux de 40 x 80 cm (à vérifier). Cependant, la découpeuse laser s'ouvre sur un côté. Cela permet d'insérer dedans de pièces qui font plus de 40 cm de largeur.

Certaines matières plastiques ne peuvent être découpées par la découpeuse laser car ils produisent des fumées toxiques lorsqu'ils brûlent. Il faut alors utiliser une fraiseuse CNC (qui est en réparation).

9.2.1 Le logiciel : Inkscape

Inkscape est un logiciel de traitement graphique. C'est celui qui produit les fichiers acceptés par la découpeuse laser. Si vous souhaitez découper quelque chose, il faut que votre dessin soit importer sous Inkscape, mis à l'échelle (attention aux unités utilisés) puis il faut que le trait soit en rouge afin qu'il soit reconnu par la découpeuse laser.



FIGURE 9.3: Découpeuse laser

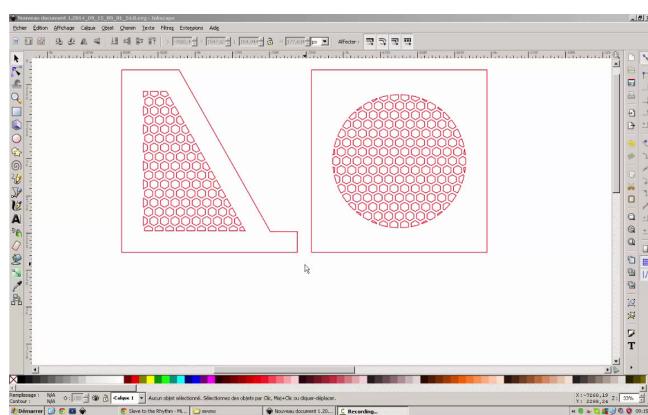


FIGURE 9.4: Inkscape

Chapitre 10

Le matériel de stratification

Cinquième partie

Le matériel

Chapitre 11

Objectif de cette partie

Au cours des deux campagnes hydrocontest auxquelles j'ai participé, j'ai notamment été en charge de trouver et commander tous les composants servant à fabriquer le système électronique du bateau au sens large, c'est à dire :

1. les composants pûrement électroniques, de faible puissance (micro-contrôleur, capteurs, modules radio ...etc)
2. les composants électriques, dont certains doivent gérer des puissances importantes (fusibles, porte-fusibles, interrupteurs ...etc)
3. le matériel servant à relier tous ces composants entre eux pour réaliser les circuits
4. les boîtiers étanches servant à protéger les circuits des chocs, de l'eau...etc
5. le circuit de refroidissement, servant à refroidir certains composants, ou l'air de certains boîtiers
6. le matériel permettant de réaliser des connexions étanches entre les boîtiers, ou entre un boîtier et un composant situé à l'extérieur, que ce soit une connexion électrique (par exemple entre la batterie et le variateur s'ils sont dans des boîtiers séparés), ou hydraulique (circuit de refroidissement). Ces connexions doivent aussi être pensées pour être facilement défaites et refaites, lors de la maintenance du bateau.

Rappelons que le système électronique n'est pas forcément intégralement situé sur le bateau, il peut y en avoir une partie à quai avec le pilote par exemple.

Pourquoi faire un REX là-dessus ? Tout simplement parce que commander tout cela est un peu plus compliqué que d'aller acheter une planche de bois chez Leroy Merlin, et ceci pour deux principales raisons :

1. On parle ici de produits spécialisés, et il faut donc avoir une certaine expérience ou avoir fait beaucoup de recherches sur internet (c'est mon cas, ça prend un temps fou, d'où l'intérêt de ce REX) pour trouver le produit adapté et comment il s'appelle : savez-vous par exemple que le produit idéal pour faire passer des câbles à travers un boîtier de manière étanche s'appelle un presse-étoupe (cable gland en anglais) ? Si vous ne le savez pas, vous allez galérer pour le trouver la première fois parce que googler "comment faire passer des câbles de manière étanche à travers un boîtier" ne donne pas immédiatement le bon résultat.
2. Il faut savoir où trouver ces produits (oubliez Leroy Merlin, amazon, ebay et même RS pour certains d'entre eux) et si possible savoir où les trouver au bon prix.

Il est donc essentiel de se passer les infos d'année en année pour ne pas avoir à refaire ce long travail de recherche. Par ailleurs, acheter les bons composants à temps dans les bonnes quantités est un travail crucial :

1. Ne pas avoir les composants à temps implique soit bloquer le projet, soit trouver une solution alternative, qui le plus souvent est de piètre qualité et fait perdre beaucoup de temps. Le pire est quand cela arrive lors de la compétition, et prévoir quoi apporter sur place est donc une question vitale.
2. Ne pas bien gérer les approvisionnements implique des aller-retours supplémentaires, parfois infructueux, dans des magasins, et donc une perte de temps considérable.

Pour résumer, ne pas anticiper suffisamment la conception du système électronique (qui peut-être assez complexe mine de rien avec toutes les contraintes d'étanchéité, de praticité, de sécurité ...etc) et la commande des composants résultera forcément en un travail de qualité moyenne, des crises de nerfs, et dans le pire des cas à un bateau qui ne fonctionne pas le jour j.

Il est souvent tentant de réfléchir à un système électronique sophistiqué et performant, mais avant cela il faut déjà être capable de réaliser un système simple mais robuste (circuits de qualité, bien protégés, bien étanches ...etc). Prévoir des choses compliquées sans maîtriser la base est la recette d'un échec assuré !

Maintenant que je vous ai convaincu de l'importance de ce document (du moins j'espère), je vais aborder plein de composants un peu en vrac, en les regroupant néanmoins par catégories. Ensuite, je ferai un bilan des différents fournisseurs que j'évoque dans ce document.

Notez que je n'écris pas de REX complet sur la conception du système électronique / électrique, parce que la plupart des problématiques tiennent de la bonne connaissance du règlement et du bon sens (par exemple bien dimensionner les conducteurs en fonction de l'intensité du courant, prévoir assez de place dans les boîtiers...etc). N'hésitez pas à me contacter cependant si vous avez des questions.

Une dernière remarque : je soulignerai souvent la nécessité d'avoir sous la main certains composants, n'allez pas les acheter avant de vérifier ce qu'hydromines possède déjà comme matériel (nous avons déjà accumulé pas mal de composants et d'outils). Je mentionne dans ce document l'achat de composants que nous possédons déjà car ce guide se doit d'être le plus général possible.

Chapitre 12

Composants pûrement électroniques

12.1 Système de contrôle

Afin de pouvoir commander le bateau à distance, on a décidé d'utiliser comme la plupart des équipes une radiocommande et un récepteur de modélisme.

12.1.1 Radiocommande

La radiocommande choisi est la Taranis X9D. C'est la meilleur en terme de qualité-prix. Elle est totalement programmable (à entendre dans le sens de paramétrable) et la communauté autour est très grande. Si jamais, il y a un problème, il suffit juste de chercher sur les forums.



FIGURE 12.1: Taranis X9D

Les radiocommandes existent sous plusieurs modes. Ces modes définissent à quelle manette vont être attribuées quelles fonctions. Il faut savoir que les manettes ne sont pas identiques (il peut y avoir un ressort qui les recentrent ou non).

La taranis fonctionne à une fréquence de 2.4GHz (c'est d'ailleurs la même fréquence que le Wifi). Auparavant, les fréquences utilisés étaient le 42MHz et le 58MHz. Cependant, ces fréquences étaient partagés en plusieurs sous-fréquences et on ne pouvait être qu'un seul utilisateur par fréquence. L'avantage du 2.4GHz est que l'antenne est plus petite grâce à la plus faible longueur d'onde et chaque récepteur est "bindé" à une seule radiocommande. Cependant, on perd en porté et en pouvoir pénétrant des ondes.

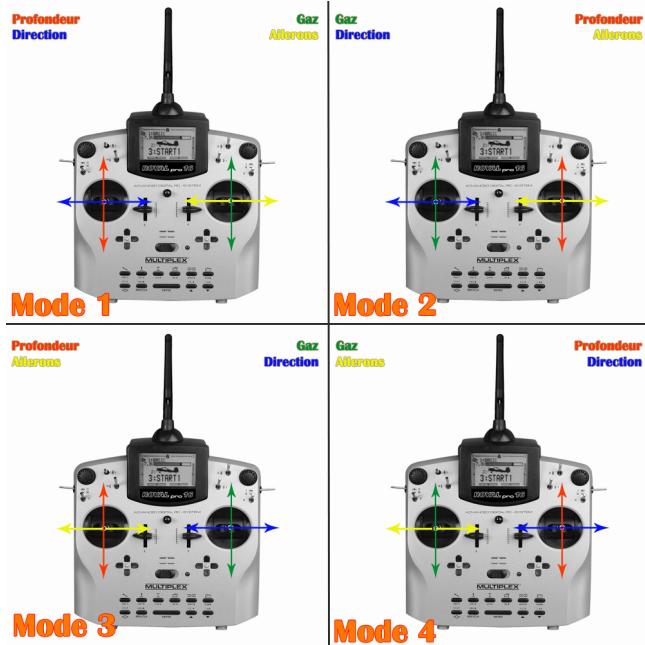


FIGURE 12.2: Modes de pilotages pour radiocommande

Ce qu'il est possible de faire avec la Taranis :

- Paramétriser le signal envoyé au récepteur en fonction des commandes (loi linéaire, exponentielle, choisir les paramètres de la loi,...). C'est notamment utile quand les câbles du moteur brushless triphasé sont mal branchés. La manette des gaz est alors inversés. On peut régler ce problème directement en faisant une loi de commande linéaire avec une pente de -1 pour le moteur.
- Faire de la télémétrie avec l'équipement approprier. Cependant, on fait la télémétrie totalement à part.
- Chronométrer les performances avec un chronomètre embarqué
- Pleins d'autres choses, à voir en fonction des besoins.

12.1.2 Récepteur

De nombreux récepteurs radios sont compatibles avec la Taranis. Ce sont ceux du même fournisseur qui ont été choisis : FrSky. On utilise le X4RSB.

C'est le meilleur choix en terme de rapport qualité/prix et il convient parfaitement à nos besoins. De nombreux autres modèles sont disponibles sur leur site.

Paramétrage du récepteur

Avant de pouvoir utiliser le récepteur, il faut faire 2 choses : le "binder" avec la radiocommande et paramétrier le mode par défaut c'est-à-dire comment il va se comporter si jamais il perd le signal radio. Les protocoles à suivre sont sur la documentation du récepteur disponible sur internet.

12.2 Communication radio

Les modules radio Xbee sont une solution robuste pour transmettre des données. Ils peuvent être configurés de plein de façons différentes, et il est ainsi possible de créer des réseaux de communication complexes avec de nombreux modules, ou bien plus simplement de remplacer une liaison série cablée par un canal radio entre deux modules. Certains modules ont une antenne intégrée, certains ont une prise pour antenne externe. Attention, la portée et le débit de ces modules varient énormément d'un modèle à l'autre, puisque différents modèles utilisent des technologies différentes.



FIGURE 12.3: Récepteur X4RSB de FrSky

Ils se connectent à un ordinateur ou micro-contrôleur par un adaptateur USB, ou par un adaptateur vers liaison série, comme le XBee Explorer Regulated.

En cas d'utilisation d'antenne externe, le plus simple est d'opter pour un XBee avec connecteur SMA ou RP-SMA. On trouve facilement des antennes de ce type sur Amazon ou chez le fournisseur tme.eu à très bon prix. Faites attention à prendre une antenne prévue pour la bonne fréquence, et de gain suffisant.

S'il faut déporter l'antenne, on trouve des câbles de rallonge SMA facilement sur tme.eu dans la catégorie des câbles coaxiaux.

12.3 Utiliser internet en cas de perte de la liaison radio

N'oubliez pas que, les bateaux ne s'éloignant jamais trop de la terre ferme, il y a de bonnes chances pour que le bateau puisse capter le réseau mobile et se connecter à internet (il faut pour cela qu'il y ait un micro-ordinateur à bord auquel on connecte une clé 4G par exemple).

Si c'est le cas, et si le système de pilotage est aussi connecté à internet, il est possible de mettre en place une liaison de données à faible latence en utilisant le protocole MQTT (simple à utiliser avec des bibliothèques faciles à prendre en main dans de nombreux langages de programmation), qui permet d'atteindre des latences très faibles en choisissant la QoS (quality of service) la plus faible.

12.4 Transmission vidéo analogique

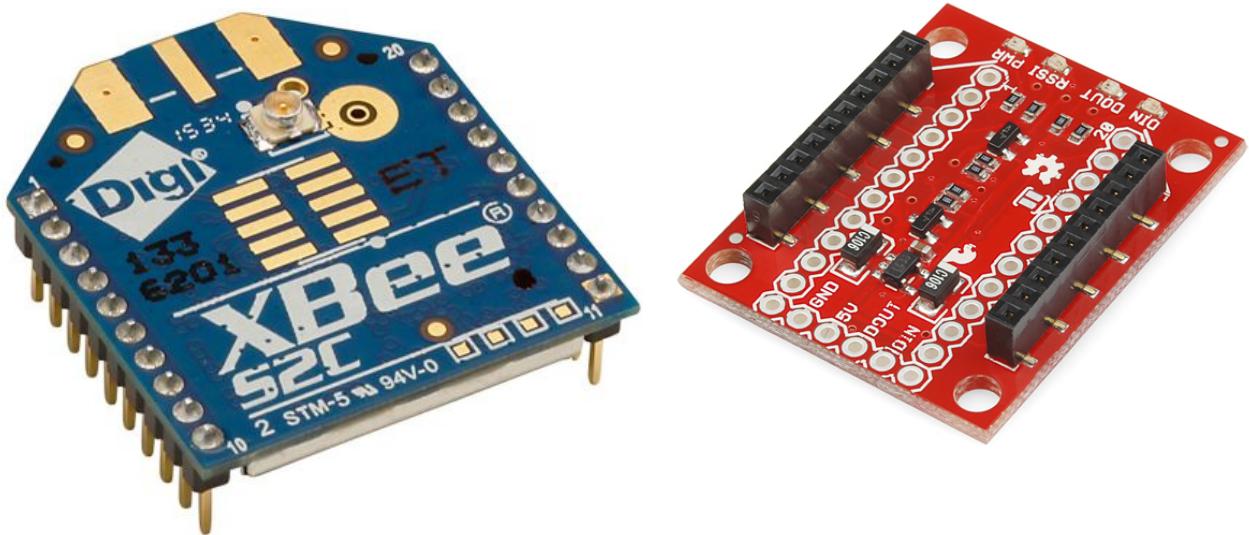
On trouve facilement le matériel nécessaire pour transmettre de la vidéo analogique par radio sur le canal 5.8 GHz sur les sites de matériel de modélisme, puisque c'est la principale méthode employée notamment en aéromodélisme.

Si cela vous intéresse, vous pouvez vous renseigner plus en profondeur sur ce site : oscarliang.com. Il est très bien fait.

12.4.1 Émetteur vidéo VTX

Modèle choisi : Matek HV VTX
— VTX signifie Video Transmitter.

FIGURE 12.4: Un module Xbee (gauche) / Xbee Explorer Regulated (droite)



OscarLiang.com

FIGURE 12.5: Matek HV VTX

- L'émetteur chauffe très rapidement, il faut donc s'assurer qu'il doit bien refroidi.
- L'antenne doit TOUJOURS être branchée à l'émetteur vidéo lorsque celui-ci est mis sous tension. En effet, sans l'antenne, l'émetteur vidéo ne peut disperser l'énergie absorbée.
<https://oscarliang.com/choose-video-transmitter-fpv-mini-quad/>

12.4.2 Récepteur vidéo (Écran)

Modèle choisi : 7 inch 800 x 480 40CH Diversity Receiver Sun Readable FPV Monitor w/DVR Fieldview 777SB

- Il faut mettre 2 types d'antennes différentes afin que leur "profil de réception" se complémentent.

12.4.3 Caméra

Modèle choisi : Runcam Eagle 2

Afin d'obtenir la meilleure retransmission vidéo, il faut jouer sur tout les paramètres vidéos (contraste, luminosité,...).



FIGURE 12.6: Ecran FPV



FIGURE 12.7: Runcam Eagle 2

<https://oscarliang.com/fpv-camera-settings/>

Le champ de vue de la caméra dépend de la lentille utilisée.

<https://oscarliang.com/fpv-camera-lens/>

12.4.4 Les antennes

Modèle choisi : Aomway 4-lobe Cloverleaf

- Les antennes sont très fragiles. C'est leur forme qui assure la bonne transmission du signal. Il ne faut donc pas les tordre.
- Il existe différents types de connecteurs à différencier.

<https://oscarliang.com/best-fpv-antenna/>



FIGURE 12.8: Aomway 4-lobe Cloverleaf

Different Connectors:



FIGURE 12.9: Les différents types de connecteurs pour les antennes

12.5 Micro-ordinateurs

Si vous avez besoin d'un micro-ordinateur, qu'il est possible de connecter à des composants électroniques, le Raspberry Pi est la référence. Cela dit, n'oubliez pas qu'il en existe différents modèles, et notamment le Raspberry Pi Zero W, fait pour s'intégrer, se souder directement sur une carte électronique.

12.6 Micro-contrôleurs

Si vous avez à choisir un micro-contrôleur, je vous suggère de jeter un oeil aux microcontrôleurs arduino-compatibles Teensy, que vous pouvez trouver sur le site du fabricant : pjrc.com.

Par rapport aux cartes arduino, ils ont l'avantage d'utiliser des signaux logiques en 3.3V (tout en étant 5V compatibles pour certains modèles), d'avoir beaucoup plus de ports série, I2C, SPI... d'être plus puissants à un meilleur rapport qualité prix. Ils sont faits pour être soudés sur une carte en "through hole" et sont plus compacts.

FIGURE 12.10: Raspberry Pi Zero W



12.7 Convertisseur USB-série

Ce composant bien pratique permet de connecter un port USB à un port série. On peut en trouver notamment dans la boutique du vendeur ebay electron-discount, qui est un très bon vendeur situé en France pour de petits composants électroniques.

12.8 La centrale inertie (IMU)

Afin de pouvoir connaître l'attitude du bateau (roulis,tangage et cap), une centrale inertie est utilisée : la VN-100 de Vectornav.

Elle est composé de :

3 accéléromètres : Mesurent les accélérations selon les axes X, Y et Z. Ils mesurent toutes les forces sauf la gravité.

3 gyromètres : Mesurent les vitesses de rotations selon les axes X, Y et Z. Il faut faire attention car ils possèdent un biais qui évoluent en fonction du temps et fait dériver les mesures d'angles obtenues par intégration.

3 magnétomètres : Mesures le champ magnétique selon les 3 axes X, Y et Z. Les mesures sont très susceptibles à l'environnement autour des capteurs. Les métaux alentours modifient le champ magnétique et donc les mesures.

Les mesures obtenues avec ces capteurs sont filtrés avec un filtre de Kalman. Ainsi, l'IMU nous donne directement les données traitées.

12.9 Le récepteur GPS

Un récepteur GPS RTK est utilisé afin de connaître la position du bateau. Un GPS RTK permet d'obtenir une précision de l'ordre du centimètre contrairement aux GPS conventionnels. Nous utilisons le GPS RTK de EMLID.

Le GPS RTK a besoin d'une station au sol dont on connaît parfaitement la position. Ainsi, cette station va pouvoir mesurer les altérations qu'on subit les signaux des satellites en traversant l'atmosphère. Cette station va ensuite envoyer les corrections obtenus au récepteur GPS.

FIGURE 12.11: Teensy 3.5

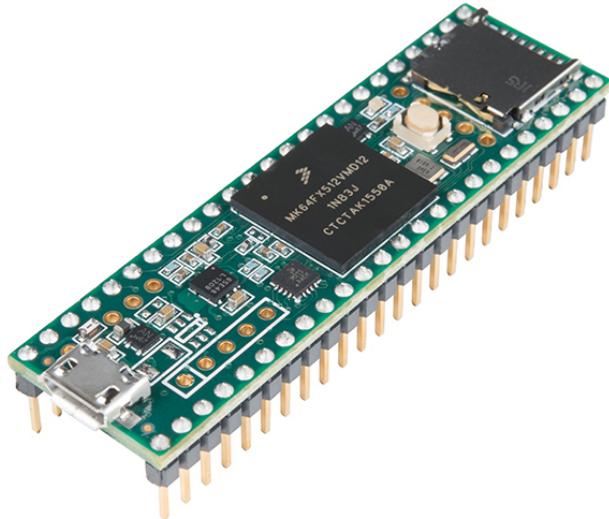
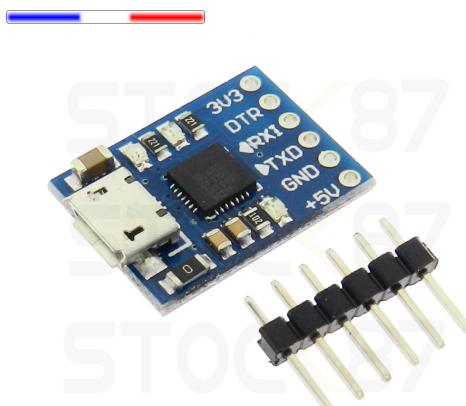


FIGURE 12.12: Convertisseur USB-série



Nous possédons 2 stations GPS RTK. Une sert de base au sol de référence et l'autre est embarquée sur le bateau. Il est aussi possible de connecter le récepteur GPS à des stations de corrections locales.

Pour utiliser cette technologie sans avoir besoin d'installer notre propre station GPS de référence à quai, nous avons pu obtenir des identifiants pour nous connecter par internet (protocole NTRIP) à certaines stations de correction du réseau rgp-ip maintenu par l'IGN (rgp-ip.ign.fr).

Voici les infos sur les deux serveurs auxquels nous avons accès :

1. RGP-IP : rgp-ip.ign.fr, port 2101 ou 80, format RTCM3, login : jbarber, mdp : dM76F4zg\$\$
2. EUREF-IP : euref-ip.be, port 2101, format RTCM3, login : hydomines, mdp : pietrocontest

S'il est impossible de se connecter à rgp-ip avec le reach, il est possible d'utiliser cette application android : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lefebure.ntripclient> qui peut se connecter et transmettre les corrections par bluetooth au Reach.



FIGURE 12.13: IMU VN100 de Vectornav

12.10 Le LIDAR

Un LIDAR (Laser Detection And Ranging) permet de mesurer la distance d'un point en face de lui. Ainsi, en le faisant tourner, on peut obtenir la distance de tous les objets l'entourant dans un plan.

Nous avons le RPLIDAR A3 de Slamtec. Nous l'utilisons en combinaison avec une gimbal afin de détecter les obstacles en surfaces.



FIGURE 12.14: Récepteur GPT RTK de Emlid



FIGURE 12.15: RPLIDAR A3 de Slamtec

Chapitre 13

Composants électriques

13.1 Interrupteurs

Il est souvent pratique d'installer les interrupteurs au travers de la cloison d'un boîtier étanche. Ces interrupteurs doivent donc aussi être étanches et on veillera à leur indice de protection.

FIGURE 13.1: Interrupteur d'arrêt d'urgence (gauche) / Interrupteur à bascule (droite)



Ce type de bouton d'arrêt d'urgence est bien pratique puisqu'il permet de gérer deux circuits à la fois, l'un NF (normalement fermé) et l'autre NO (normalement ouvert). On a souvent besoin des deux car si on peut couper l'alimentation du BEC en cas d'urgence (circuit normalement fermé), il ne faut pas mettre d'interrupteur entre la batterie et le variateur (ceci créerait des étincelles). Pour éteindre le variateur, on met en contact deux de ses fils ce qui lui envoie un signal logique d'arrêt (circuit normalement ouvert ici). On peut trouver ce type d'interrupteur chez le fournisseur tme.eu.

Pour les interrupteurs classiques, le plus simple est de prendre de petits interrupteurs à bascule avec capuchon caoutchouc assurant l'étanchéité. On peut notamment en trouver sur ebay.

Ces deux types d'interrupteur se montent facilement à travers une cloison, après avoir percé un trou du bon diamètre.

13.2 Fusibles et porte-fusibles

Le fusible sur le circuit du variateur et son porte-fusible sont fournis par la compétition. Il est cependant nécessaire d'installer d'autres fusibles, notamment sur les circuits que nous réalisons nous-

mêmes. Pour ce faire, le mieux est d'utiliser des fusibles rapides (c'est à dire qu'ils sautent rapidement en cas de trop forte intensité) cylindriques au format 5x20, faciles à trouver. On trouve facilement des kits de fusibles de ce type sur amazon en y recherchant "fusible verre" par exemple.

Afin d'intégrer ces fusibles à nos circuits électriques, on peut utiliser deux types de porte fusibles :

FIGURE 13.2: Porte fusible "through hole" pour carte électronique (gauche) ou à souder à des fils (droite)



Vous pourrez notamment trouver ces produits sur la boutique ebay du vendeur electron-discount.

13.3 Batteries

Bien que les batteries soient fournies pendant la compétition, il est très utile d'avoir des batteries de test pendant l'année. La solution la plus simple pour obtenir une batterie de 37V comme celle de la compétition est de se tourner vers des batteries LiPo (lithium polymère). Il faut assembler 10 cellules LiPo en série (3.7V chacune) pour atteindre les 37V. On trouve facilement des batteries 5S (ce qui veut dire 5 cellules en série) sur hobbyking, et il est donc possible d'en acheter deux et les assembler en série. Prenez si possible des batteries munies de connecteurs XT-90, qui sont les connecteurs des batteries de la compétition.

Avant l'achat et l'utilisation de batteries LiPo, renseignez vous sur cette technologie de batterie, les critères pour choisir une batterie, comment elles s'utilisent et les dangers qu'elles représentent. Trop charger ou décharger une LiPo, ou le faire trop vite (courant trop important) est dangereux !

Vous aurez aussi besoin d'un chargeur spécifique aux batteries LiPo, qui permet l'équilibrage de la charge des différentes cellules.

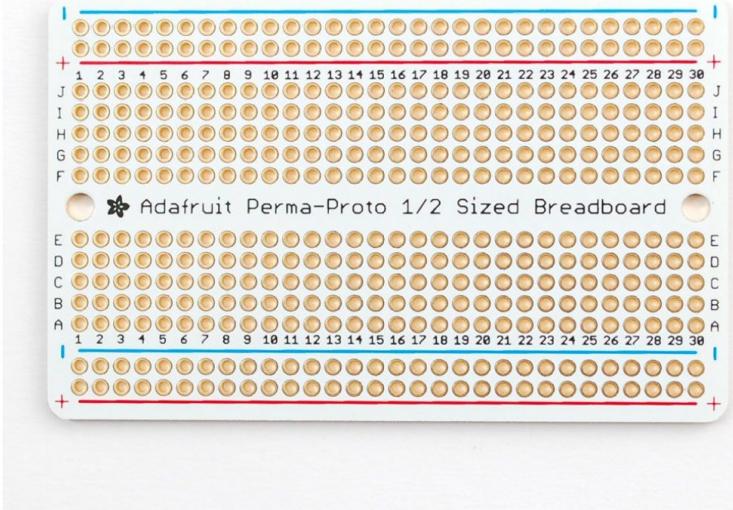
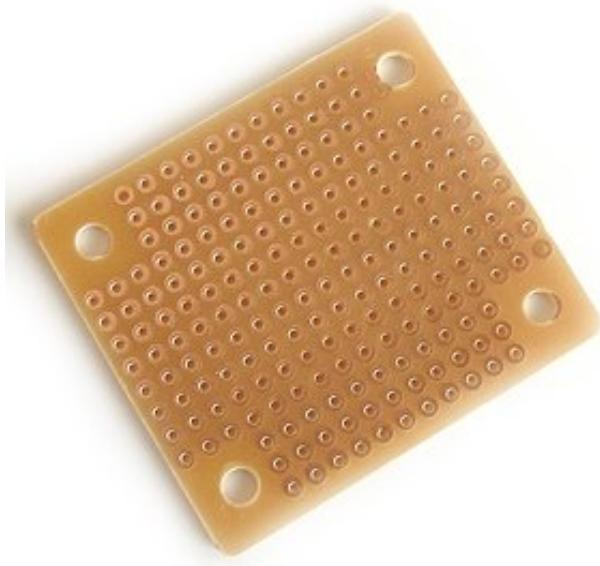
Pour l'utilisation des LiPo, je vous conseille d'acheter des sacs pour batteries LiPo (visant à limiter les dégâts si la batterie prend feu ou explose), ainsi que des indicateurs de tension, qui se branchent sur les connecteurs d'équilibrage des LiPo et permettent de vérifier leur tension pendant leur utilisation. On peut aussi fixer un seuil limite (cellule par cellule) en dessous duquel une alarme retentit, ce qui permet de ne pas trop décharger la batterie (ce qui est très dangereux).

Chapitre 14

Matériel pour réaliser des circuits

14.1 Perfboards

FIGURE 14.1: Perfboard (gauche) / Perma-proto board (droite)



La façon la plus propre de réaliser des circuits électroniques est de rassembler les composants sur des cartes. Il est possible de le faire à la main, sans avoir à faire fabriquer un circuit imprimé. Pour cela, on utilise ce que les anglophones appellent des "perfboards", qui sont des cartes faites pour y souder des composants "through hole" ainsi que des fils et y réaliser des circuits. En français, le terme consacré est carte ou platine de prototypage et on en trouve facilement sur tous les sites d'électronique.

Une variante intéressante est la gamme de "perma-proto boards" conçue par Adafruit. Il s'agit de perfboards où certaines connexions électriques sont déjà réalisées, reprenant le schéma de connexion d'une breadboard (googlez breadboard si vous ne connaissez pas le terme).

L'immense majorité de ces plaques possède un espacement entre trous de 2.54mm (0.1 inch), ce qui est l'espacement standard entre pins pour les composants "through hole", et permet donc d'y souder la plupart de ces composants.

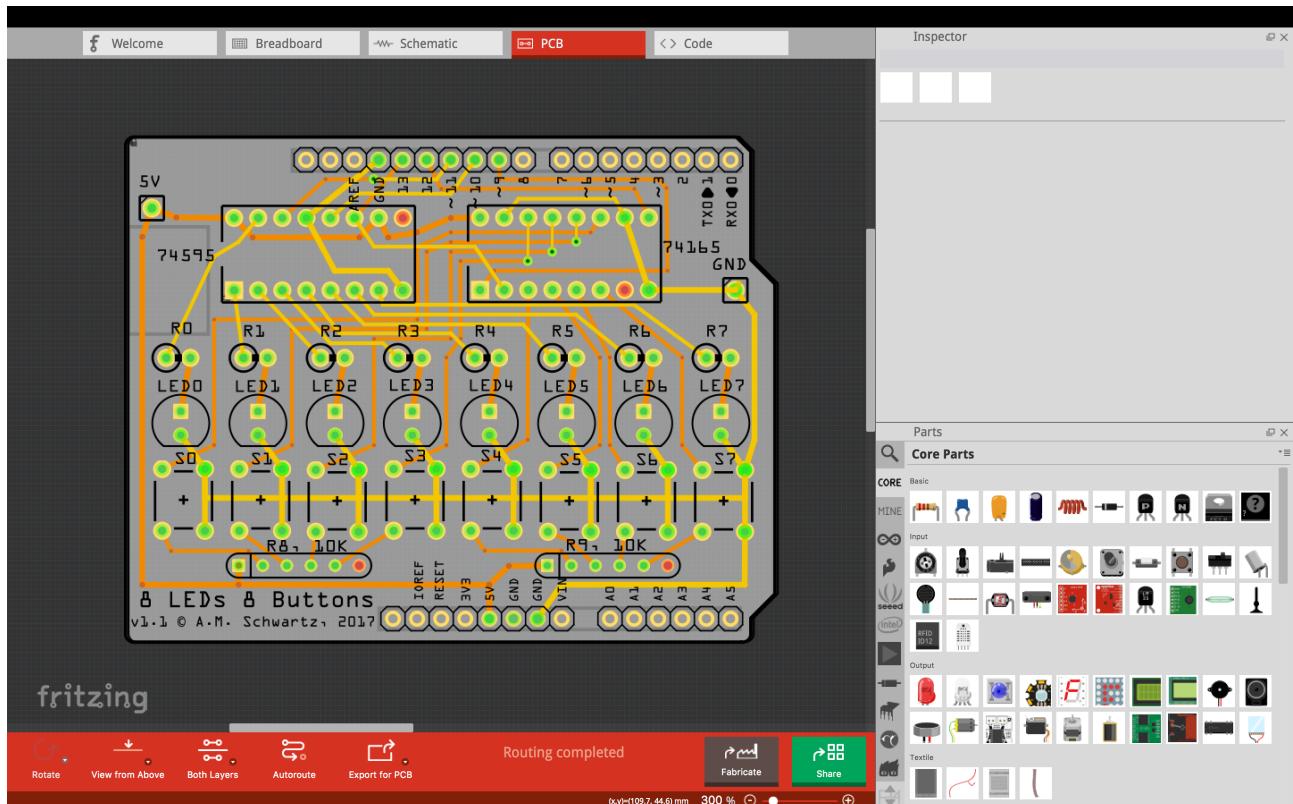
14.2 Faire fabriquer un circuit imprimé ?

Si la perfboard permet déjà de réaliser des circuits électriques plus propres, le niveau ultime est de faire fabriquer un circuit imprimé, dans lequel les connexions électriques sont imprimées sur la carte (sur un certain nombre de couches), ce qui fait qu'il ne reste plus qu'à souder les composants

"through hole" pour obtenir tous les circuits. Si vous ne voyez pas bien ce qu'est un circuit imprimé, lisez l'article intitulé "PCB Basics" sur le site de sparkfun.

Si la plupart des logiciels de conception sont assez difficiles à prendre en main, il en existe un très simple qui est largement suffisant pour des besoins basiques (c'est à dire faire de la perfboard améliorée en gros) : Fritzing. Tous ce que vous avez à faire grossièrement est de définir la taille de votre PCB (printed circuit board, c'est à dire circuit imprimé), à positionner dessus les trous pour les connexions aux composants "through hole" (grâce au composant via du logiciel) et à les relier entre eux. Vous pouvez aussi ajouter du texte, des logos sur votre carte ou placer des trous de fixation par exemple.

FIGURE 14.2: Aperçu du logiciel Fritzing



La difficulté consiste à tout bien dimensionner, que ce soit pour les considérations mécaniques (vérifier que les pins rentrent dans les trous ...etc), électriques (calculer l'intensité max que permettent vos connexions, espacer assez les différentes connexions ...etc), ou les contraintes imposées par le fabricant, puisque tout design n'est pas réalisable (si vous demandez des espacements trop faibles entre différents trous par exemple, mais en pratique les problèmes arrivent pour des designs vraiment compliqués). L'utilisation du logiciel est un jeu d'enfant (d'ailleurs il a été pensé pour des enfants, n'hésitez pas à trouver quelques tutos sur internet), mais le logiciel vous permet quand même d'exporter votre design sous la forme de "Gerber files", ce qui est le standard de l'industrie pour la fabrication de circuits imprimés.

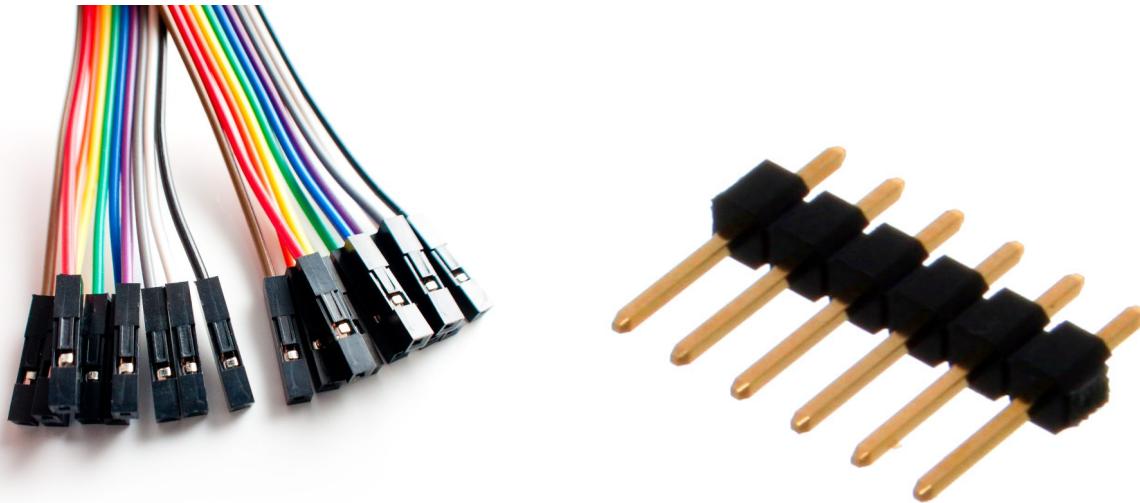
Une fois ces fichiers obtenus, il y a plein de sites chinois qui peuvent fabriquer votre design pour un prix ridicule (quelques dollars), le principal coût étant les frais de port (attention aux délais de livraison aussi). Le meilleur d'entre eux est JLC PCB, qui offre un service impeccable au meilleur prix (fabrication en 2 jours ouvrés et livraison en 5 jours ouvrés en choisissant le transporteur DHL).

N'hésitez pas à utiliser cette méthode, c'est vraiment simple, pas cher et ça permet d'avoir des circuits d'une qualité incomparable.

14.3 Connecteurs Dupont et JST

Les connecteurs entrent en jeu quand il s'agit de connecter un circuit à un composant externe ou à un autre circuit. J'ai principalement travaillé avec deux types de connecteurs : Dupont et JST.

FIGURE 14.3: Connecteurs Dupont femelle (gauche) / Rangée de pins (droite)



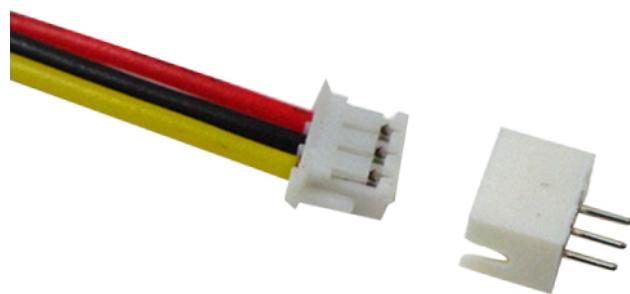
Le plus grand avantage des Dupont est qu'ils sont extrêmement courants, on trouve facilement des câbles male-femelle, femelle-femelle ...etc (tout ce que vous voulez), et surtout que le connecteur Dupont mâle n'est rien d'autre qu'un pin, il n'y a rien de plus simple !

Du coup, vous pouvez simplement souder une rangée de pins (pin headers en anglais, barrette mâle en français) à votre carte électronique et y brancher des câbles Dupont qui pourront faire la liaison avec d'autres circuits ou composants.

Niveau inconvénients, les connecteurs Dupont ne sont pas prévus pour des courants très importants et la liaison mécanique entre le pin et le connecteur femelle saute assez facilement.

Pour les deux problèmes cités, les connecteurs JST sont une amélioration, mais demandent plus d'effort puisqu'ils demandent un sertissage.

FIGURE 14.4: Connecteur JST



Il existe différents formats (2 pin, 3 pin, ...etc) et le mieux est souvent d'acheter un kit jst (on en

trouve plein sur amazon), qui comprendra des connecteurs male et femelle de différents formats et de quoi les sertir.

14.4 Fil électrique pour hautes intensités

La documentation technique du concours impose certaines sections minimales de fil électrique pour les circuits de puissance (alimentation du variateur et du moteur). Les sections de fil électrique sont le plus souvent mesurées en AWG (selon l'American Wire Gauge, cf wikipedia), ce qui correspond à une aire. Vous pouvez trouver des tableaux reliant l'AWG d'un fil à l'intensité maximale recommandée (qui est aussi fonction du nombre de brins notamment).

Pour trouver des fils de grande section pour les circuits de puissance, le mieux est d'utiliser le matériel utilisé dans les installations électriques domestiques, et donc de se rendre dans un magasin de bricolage.

Un bon choix pour les circuits de puissance est de prendre du fil AWG 10 (6 mm²) pour l'alimentation du variateur et du fil AWG 12 (4 mm²) pour les fils reliant le variateur au moteur (vérifier en fonction du règlement qui peut évoluer).

14.5 Connecteurs haute puissance

Le choix des connecteurs pour les circuits de haute puissance est très important, c'est pourquoi le règlement du concours l'impose généralement (lisez le bien). Il est notamment primordial de toujours fermer ou ouvrir le circuit d'alimentation du variateur au niveau d'une paire de connecteurs anti-étincelles (en suivant la procédure particulière de connexion/déconnexion pour ce connecteur) afin d'éviter la formation d'arcs électriques. Hormis cette question d'étincelles, les connecteurs ont aussi des intensités maximales et il faut donc bien les dimensionner. N'hésitez pas à aussi apprendre à les souder correctement, ce qui peut demander un peu de technique.

Les connecteurs imposés par la compétition sont souvent des connecteurs courants en modélisme, que vous pourrez donc trouver sur un site de modélisme comme hobbyking.

14.6 Wago

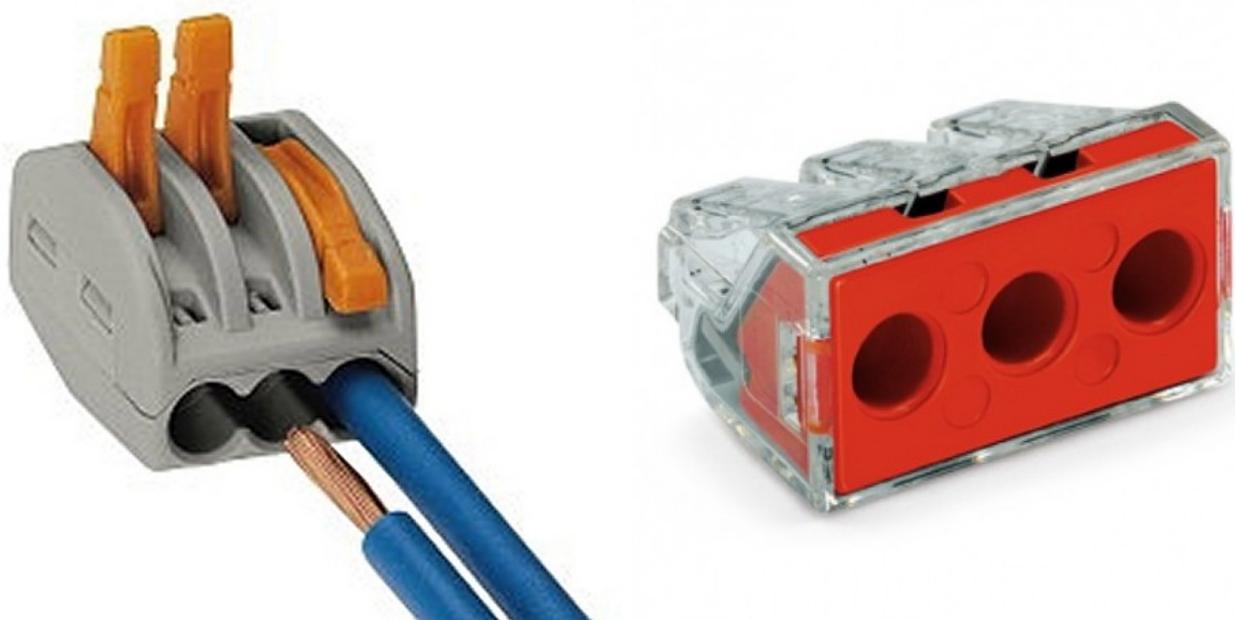
Il est parfois très utile de pouvoir connecter deux fils de haute puissance de façon non définitive, en ayant la possibilité de défaire et refaire la connexion un grand nombre de fois.

Les électriciens utilisaient auparavant des dominos pour faire cela, mais les wago (de la marque Wago) sont une alternative bien plus pratique (connexion extrêmement robuste, bien plus rapide à faire et défaire).

Pour quoi faire si on a déjà des connecteurs et que l'on peut souder les fils entre eux ? Déjà, en fonction de la qualité de vos soudures, les wago peuvent permettre une connexion mécaniquement plus solide. Ensuite, on a parfois besoin de faire passer des câbles de haute puissance d'un boîtier à un autre, et s'ils sont munis de gros connecteurs, il peut être difficile de les faire passer à travers les sorties étanches du boîtier, d'où l'intérêt de pouvoir faire et défaire la connexion du fil aux connecteurs dans chacun des boîtiers.

Les wagos à levier se trouvent facilement en magasin de bricolage, les wagos compatibles 6mm sont plus difficiles à trouver, mais on en trouve sur amazon.

FIGURE 14.5: Wago à levier, max 4mm (gauche) / Wago pour fils de grande section, max 6mm (droite)



Chapitre 15

Boîtiers étanches

Pour les boîtiers étanches, je vous conseille vivement de les acheter chez le fournisseur tme.eu, qui est sensiblement moins cher et offre beaucoup plus de choix que d'autres fournisseurs. Vous les trouverez dans la catégorie "Boîtiers universels", où vous pourrez utiliser différents filtres pour trier parmi les quelques milliers de références. Les principaux critères de choix sont :

1. la taille
2. la couleur du couvercle (voir contraintes du règlement)
3. l'indice de protection
4. la masse

Chapitre 16

Circuit de refroidissement

Le variateur fourni par la compétition doit être refroidi par eau. Il dispose de deux connexions rapides hydrauliques pour tubes de diamètre extérieur 8mm. Ces connexions rapides sont également appelées "push fit fittings", "push in fittings" ou "quick fittings". Elles sont très simples à faire et défaire, vous pouvez chercher "push fit fitting" sur youtube pour voir comment cela fonctionne.

Le plus simple est donc d'utiliser du tube nylon de diamètre extérieur 8mm et des composants tous munis de connexions rapides 8mm pour réaliser le circuit de refroidissement. Il est possible de réaliser un circuit ouvert, avec prise et lacher d'eau dans la mer, ou alors un circuit fermé avec un réservoir d'eau et un échangeur eau-air extérieur pour dissiper la chaleur accumulée par l'eau du circuit de refroidissement. Dans tous les cas, les composants sont à peu près les mêmes, et je vais les détailler un par un.

Les composants nécessaires à la réalisation d'un circuit de refroidissement ne sont vraiment pas facile à trouver. J'ai tout de même trouvé un site web anglais très intéressant où on trouve à peu près tout : <https://www.advancedfluidsolutions.co.uk/> (AFS en abrégé).

16.1 Tube nylon

FIGURE 16.1: Tube nylon (gauche) / Tube cutter (droite)



Veillez à prendre de la marge vis à vis de la longueur de tube, le tube a tendance à partir assez rapidement et on peut se retrouver avec pas mal de chutes. Pour couper correctement (et instantanément) du tube nylon, il faut voir sous la main un "tube cutter".

Ces articles sont disponibles chez AFS (advanced fluid solutions).

Nous aurons besoin de faire passer ce tube à travers les parois de boîtiers étanches, sans compromettre leur étanchéité ou causer de fuites. Pour ce faire, le mieux est de se munir de "bulkhead", ou passe-cloison, munis de connexions rapides 8mm. Vous pouvez en trouver à bon prix chez RS dans la catégorie "Pneumatic Bulkhead Tube-to-Tube Adaptors".

FIGURE 16.2: 8mm push fit bulkhead



Notez qu'il est nécessaire de placer un joint entre les écrous et la cloison pour assurer l'étanchéité. Les joints toriques (faciles à trouver dans un magasin de bricolage rayon plomberie) sont une très bonne option pour ceci.

16.2 Pompe

FIGURE 16.3: Pompe 12V



Vous trouverez facilement ce genre de pompes sur amazon ou ebay en y recherchant "pompe 12V". Il est cependant moins évident d'en trouver avec des délais de livraison courts, mais ça se trouve. Les principaux critères de choix pour la pompe sont :

- la tension de fonctionnement
- la consommation électrique

- la différence de pression que la pompe peut générer, elle est souvent renseignée sous la forme d'un nombre de mètres (5M par exemple). Il faut alors calculer à quoi ça correspond en pression hydrostatique. Si vous voulez trouver des ordres de grandeur pour savoir de quelle pression vous avez besoin, vous pouvez lire des articles sur le watercooling de PC, qui se rapproche pas mal de notre problème. Sinon, une valeur de 3 à 5 mètres devrait par expérience être largement suffisante.
- le débit
- les dimensions et la masse (ce serait con de prendre une pompe surdimensionnée)
- la résistance à l'eau salée si besoin (si ce n'est pas mentionné, pensez à rincer la pompe à l'eau douce après chaque utilisation en eau salée)
- le type de connectique : vous remarquerez qu'on ne trouve pas de pompes munies de connexions rapides. Il faudra donc munir votre pompe d'adaptateurs, que nous verrons un peu plus loin. Ceci n'est possible qu'avec les pompes munies de connecteurs à vis.

16.3 Echangeur eau-air

FIGURE 16.4: Echangeur eau-air



Ce type de produit peut servir à refroidir l'air à l'intérieur d'un boîtier ou alors à dissiper la chaleur du circuit de refroidissement à l'air extérieur. Il s'agit ici d'un "refroidisseur ou radiateur de watercooling" (notez que ce modèle peut accueillir un ventilateur de PC). Vous pouvez en trouver sur amazon et ebay (pensez à chercher en anglais éventuellement) et une nouvelle fois, il s'agit d'arriver à en trouver avec des délais d'expédition raisonnables. Les critères de choix sont ici :

- les dimensions, que ce soit au niveau de l'encombrement ou de la surface d'échange thermique.
- le type de connectique : là encore, pas de connexions rapides, mais pensez à prendre un modèle avec connecteurs à pas de vis, dans lesquels on pourra visser des adaptateurs, que nous verrons plus loin.

16.4 Adaptateurs raccord fileté - connexion rapide

Si vous avez acheté des composants ne disposant pas de connexions rapides, assurez-vous qu'ils disposent de connecteurs filetés suivant la norme BSP (British Standard Pipe). Le type de filetage peut malheureusement être indiqué de plusieurs façons différentes. Par exemple, pour un filetage d'un quart de pouce, on peut trouver "BSP 1/4" ou "G 1/4" (le G veut dire gaz, le filetage gaz étant un

synonyme de BSP). Si vous tombez sur les appellations BSPP et BSPT, il s'agit de deux variantes du BSP. Pour plus d'informations sur toutes ces appellations, ainsi qu'une liste des différentes dimensions de filetage existantes, rendez vous sur la page wikipedia intitulée "Filetage gaz".

Une fois que vous avez déterminé le type de connecteur (BSP, male ou femelle, d'un certain diamètre), vous pourrez trouver le bon adaptateur dans la catégorie "Metric Pneumatic Push Fit Compressed Air Fittings" sur le site d'AFS.

FIGURE 16.5: Adaptateur BSP 1/4 femelle vers 8mm push fit



Vous pourrez ensuite visser les adaptateurs sur votre composant pour le munir de connexions rapides. Attention cependant à assurer l'étanchéité de ce raccordement par vissage. Il faut pour cela enduire le pas de vis avant de visser. La meilleure façon de le faire est d'utiliser du "PTFE tape" (vous pouvez trouver des vidéos sur youtube sur son utilisation, et vous en procurer sur amazon).

16.5 Réservoir d'eau

Une façon simple de réaliser un réservoir d'eau est d'utiliser un petit boîtier étanche (d'indice de protection élevé) muni de bulkheads pour l'entrée et la sortie d'eau.

16.6 Mise en place d'un circuit de refroidissement élaboré

Le variateur utilisé pour contrôler et alimenter le moteur a besoin d'eau pour se refroidir. Il a donc fallut mettre en place un circuit de refroidissement. Lors de l'édition 2018 de l'Hydrocontest, les équipes se sont rendues compte que la batterie avait une température à partir de laquelle la tension chutait jusqu'à atteindre 0V. Il est donc aussi nécessaire de refroidir la batterie.

Il a donc été décidé d'opter pour un circuit de refroidissement composé de 2 sous-circuit :

Circuit eau douce : C'est ce circuit qui serait en contact avec le variateur et la batterie.

Circuit eau de mer : C'est le circuit qui "apporterait le froid".

Un circuit de refroidissement en 2 parties a été décidé afin de d'avoir une plus grande robustesse. En effet, on aurait alors le circuit en contact avec les éléments électriques auquel on ne toucherait presque jamais. De plus, nous allons avoir besoin de faire une plaque en cuivre pour refroidir la batterie et l'eau de mer réagit mal avec le cuivre.

Chapitre 17

Passage de cables étanche entre un boîtier et l'extérieur

FIGURE 17.1: Presse étoupe



Le produit idéal pour ce besoin est le presse-étoupe (cable gland en anglais). N'hésitez pas à rechercher ce mot sur youtube afin de voir comment ça marche. Vous en trouverez en grande quantité et à très bon prix chez le fournisseur tme.eu. Le principal critère de choix est le diamètre maximal de câble (et de connecteur) que vous arriverez à faire passer à l'intérieur. Si vous devez faire passer un connecteur à travers un presse-étoupe, faites attention à ses dimensions !

Chapitre 18

Bilan : fournisseurs évoqués

J'ai déjà présenté les fournisseurs que j'ai utilisés pour les différents produits évoqués, mais il est intéressant d'en faire un bilan, afin d'avoir une vision globale des différentes possibilités pour se fournir en différents types de matériel.

ebay : vendeur electron-discount : petits composants électroniques, expédition rapide de France

tme.eu : gros fournisseur à la manière de RS, mais avec un meilleur choix et des meilleurs prix pour tout ce qui concerne l'implantation de l'électronique (boîtiers, connexions étanches, antennes, câbles pour antennes, interrupteurs d'urgence...etc). Livraison très rapide comme souvent avec ces fournisseurs, bien que les entrepôts soient en Pologne

rs components : le gros fournisseur de référence, qui a la particularité de proposer quelques produits utiles pour le circuit de refroidissement (notamment les connexions push fit)

advanced fluid solutions (afs) : choix incomparable pour réaliser des circuits hydrauliques ou pneumatiques, expédition du Royaume Uni plutôt rapide (une semaine en gros)

hobbyking, banggood : choix énorme et meilleurs prix pour tout le matériel utilisé en modélisme, attention cependant aux délais d'expédition puisque leurs entrepôts principaux sont en Chine (sélectionner les entrepôts européens sur hobbyking)

amazon : très bien pour les produits suffisamment courants pour être dans les entrepôts d'amazon (fusibles, wagos, connecteurs JST, PTFE tape...etc), qu'il est souvent possible d'acheter sous forme d'assortiments ou de kits

robotshop : il est rare que les produits qu'on y trouve ne soient pas présents chez un autre des fournisseurs mentionnés ci-dessus, cependant ce site est parfaitement adapté pour un projet de mécatronique, car il s'adresse aux gens menant des projets proches de la robotique / de l'électronique sans être des professionnels. C'est sûrement le site qui couvre la plus grande part de vos besoins. De plus, ils ont un entrepôt en France et la livraison est très rapide

gotronic, france robotique : similaires à robotshop, c'est toujours bien d'avoir des alternatives

kubii : le meilleur site français pour se fournir en raspberry pi

Bien sûr, n'hésitez pas à chercher d'autres fournisseurs et à enrichir cette liste. Comme vous l'aurez sans doute compris en lisant ce document, faites preuve de persévérance quand vous cherchez des composants, et n'hésitez pas à chercher en français et en anglais.

Bon courage dans vos achats, et n'hésitez pas à me contacter si vous avez des questions !

Sixième partie

Les partenaires

18.1 Mines

18.1.1 La DE

Adresses en : prénom.nom@mines-paristech.fr

Yvon Gaignebet : notre tuteur d'AE, responsable du cours de mécatronique.

Emmanuel Ledoux : responsable du cours d'AE avec Pierre Chauvet.

Jacky Lech : votre aide pour la partie construction et menuiserie

Mathieu Mazière : pas besoin de le présenter. Il est très intéressé par le projet.

Zaza : Qui ne connaît pas Zaza ?

Elie Hachem : le tuteur des 2 premières équipes, et potentiellement une aide pour les parties CAO et CFD.

Pietro Tomé : l'encadrant des BTS électronique.

Frédéric Xerri : l'encadrant des BTS mécanique.

Michelle Efther : elle est très intéressée par le projet, ça vaut le coup de la maintenir au courant

Franck Spalony : il travaillera avec vous dans le cadre de la mécatronique, c'est un des encadrants en charge de la partie CAO et 3Dexperience, il s'intéresse beaucoup au projet.

Sabine Cantournet : grâce à elle nous avons été interviewés par le photographe responsable de la communication aux Mines et nous avons fait la Une de leur site Internet.

18.1.2 Les Alumnis

Laurent Debenedetti : (ancien délégué général des Alumni) : laurent.debenedetti@gmail.com

Sophie Philippe : (une des deux secrétaires des anciens, celle qui publie les articles dans la revue) : sophie.philippe@mines-paris.org

18.2 Entreprises

18.2.1 Numeca

C'est une entreprise qui produit un logiciel de CFD, FineMarine dont nous nous servons. Ils nous ont offert un séminaire à Bruxelle pour apprendre à utiliser le logiciel. C'est Léo Chabert qui y est allé.

Ils sont intéressés par les résultats que nous allons obtenir avec nos simulations (ils nous ont demandés des captures d'écrans de CFD mais nous n'avions pas encore utilisé FineMarine).

Steve Laldjee : le responsable du partenariat avec Numeca : steve.laldjee@numeca.be

18.2.2 Chomarat

C'est l'entreprise qui nous a fournis gratuitement des échantillons de fibre de carbone.

Vicky Singery : ingénierie de Chomarat, qui a pu nous envoyer gratuitement des tissus carbone pour réaliser le bateau) : vicky.singery@chomarat.com

18.2.3 Le Chantier Naval de Bordeaux

C'est Arthur Fourny qui a réussi à les démarcher à travers son stage ouvrier qu'il a effectué chez eux. D'ailleurs, il est toujours possible de faire un stage ouvrier à CNB pour apprendre les bases de la stratification.

En dehors des newsletter générales et informatives, toutes les personnes de CNB sont à contacter en rappelant le nom d'Arthur Fourny si vous avez besoin d'elles directement, tant que vous n'êtes pas connus auprès d'eux.

Alexandre Dauberville : la personne que vous allez devoir rapidement contacter, c'est le responsable communication et marketing de CNB, c'est le responsable du partenariat, c'est lui qui pourra vous donner des sous et gérer la communication avec vous : a.dauberville@cnb.fr

Cyril Boyer : personne importante, à ne pas contacter directement sans prévenir le chef de projet.
Un des dirigeants de CNB : c.boyer@cnb.fr

Sandra Claeys : personne importante, à ne pas contacter directement sans prévenir le trésorier et le chef de projet, trésorière de CNB : s.claeys@cnb.fr

Frédéric Chevrier : ingénieur au BE, à contacter pour les questions concernant la plomberie ou le moteur : f.chevrier@cnb.fr

Lionel Descatmat : technicien composite, à contacter pour des questions pratiques concernant le matériel, l'utilisation des produits ... : l.descatmat@cnb.fr

Vincent Karsenty expert en moule/moulage à CNB, très gentil, à contacter pour son expertise sur les questions de travail du composite et de moule : v.karsenty@cnb.fr

Ivan Baler : ingénieur du bureau d'étude, spécialiste des questions de résistance des matériaux, des structures et des formes de bateau : i.baler@cnb.fr

Etienne Fleurant : ingénieur du bureau d'étude, lui aussi spécialiste des questions de résistance des matériaux, des structures et des formes de bateau, à contacter en priorité car plus impliqué dans le projet : e.fleurant@cnb.fr

18.2.4 Schlumberger

C'est Alexandre Levesque qui a réussi à les démarcher à travers son stage de césure.

Ils sont plutôt investi dans le projet et intéressé dans l'utilisation que nous allons faire des capteurs qu'ils ont sponsorisés (LIDAR, IMU et station GPS RTK).

Stephane Vannuffelen : un des contacts d'Alexndre Levesque chez Schlum : svannuffelen@slb.com

A Croux : un des contacts d'Alexndre Levesque chez Schlum : acroux@slb.com

18.2.5 Missler Software

C'est l'un de nos sponsors que nous avons eu grâce au père de Jean-Baptiste Arber qui est l'un des dirigeants de Missler Software, entreprise de logiciels dont le produit phare est Topsolid, un logiciel de CAO.

Il est très important de les nommer TopSolid dans toute la communication faite.

18.2.6 Cirtes

C'est l'entreprise qui a fournis le moule en mousse PU pour le bateau léger.

Hugo Ricatte : un technicien haut placé avec qui nous avons discuté de toutes les questions techniques liées à la fabrication et à l'utilisation du moule : hugo.ricatte@cirtes.fr

David Di Giuseppe : une personne plus haut placée que Hugo et qui gère plutôt la partie achat, partenariat, réductions ... : david.digiuseppe@cirtes.fr

18.2.7 Autres

Marc Pommelet : pdg de Sistre, une boîte qui nous a fourni le logiciel Maat Hydro, dont nous ne nous sommes jamais servi : sistre@otenet.gr

Jean Christophe Guillaumin : le pdg de Multicoques Mag, magazine dans lequel vous avez tout intérêt de continuer à publier ! C'est également le papa de Jean Baptiste Guillaumin, un Mineur que vous allez rencontrer après son retour de césure : jcg@multihulls-world.com

Un contact chez Voiles et Voiliers (à tenter de contacter pour publier chez lui) : L.MADELINE@voilesetvoiliers.com
Sébastien - sebastien@gseadesign.com , Benjamin - benjamin@gseadesign.com , Damien - damiend@gseadesign.com (trois employés de Gsea Design, pouvant peut-être vous filer un coup de main pour le design des foils ou de la CAO)

18.3 Particuliers

- Fourny o Carine et Alexandre Fourny (les parents d'Arthur) : acac.fourny@wanadoo.fr o Alain Fourny, (grand père d'Arthur) : fournyalain@orange.fr - Famille Levesque : fb.levesque@wanadoo.fr
- Famille Goutaland : l.goutaland@boissonstores.fr - René Lempereur (passionné d'aéromodélisme, de construction de modèles réduits d'avion ... voir son site internet pour plus d'informations) : a-s-a@wanadoo.fr - Arnaud Mistre (celui qui nous a fait la CAO de Billy l'ancien, copain d'Elie, très intéressé par le projet) : arnaud@mistre.fr

Septième partie

Les équipes hydromines

Vous trouverez dans cette partie les membres des équipes des différentes années ainsi que leurs contacts afin que vous puissiez les joindre en cas de question ou en cas de problèmes. Il ne faut pas hésiter à leur demander conseils ou explications sur ce qui a été fait les années précédentes, ils seront ravis de vous aider.

18.4 2016-2018

Alexandre Levesque : Chef de projet

Antonin Succo : Responsable mécanique et logistique

Arthur Fournier : Trésorier et responsable des relations avec les partenaires

Bandouin Lecerf :

Ulysse Réglade : Responsable électronique

Jean-Baptiste Arber : Responsable électronique

18.5 2017-2019

Victor Amblard : Chef de projet

Lauriwen Risset : Responsable communication

Léo Chabert : Responsable logistique

Thomas Gossard : Trésorier et responsable électronique

Camille Gaie-Bellile : Aide. Elle a réalisé son stage au Chantier Naval de Bordeaux. Cela lui a permis d'apprendre à stratifier.

18.6 2018-2020