



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom

Recette - Projet Abysse

Tuteur : François Le Pennec

Relecteurs : Emilien Wolff, Antonin Polette

Destinataires : François Le Pennec, Bernard

Abiven, Magalie Le Gal, Jérémie Hemery

Version : 1.0

Groupe 83 PRONTO

SOMMAIRE

1. Présentation du projet et des objectifs
2. Conception
3. Réalisation et tests unitaires
4. Intégration et tests
5. Communication : site internet
6. Perspectives d'amélioration
7. Travail de groupe



IMT Atlantique
Bretagne - Pays de la Loire
École Mines-Télécom

1. Présentation du projet et des objectifs
2. Conception
3. Réalisation et tests unitaires
4. Intégration et tests
5. Communication : site internet
6. Perspectives d'amélioration
7. Travail de groupe



Figure – Projet *Kosmos* : caméra sous-marine

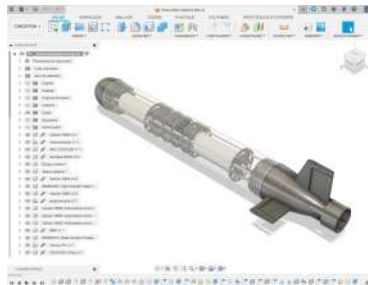
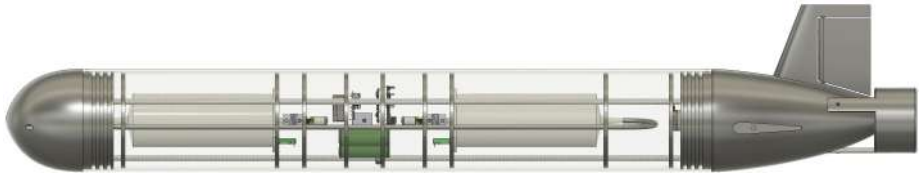


Figure – CAO paramétrique du sous-marin sur *Fusion 360*

Objectifs

1. **Piloter** le sous-marin à distance et le contrôler (profondeur et déplacement) de manière précise et sans fils
2. **Transmettre une vidéo** en direct à l'utilisateur. Nous prévoyons donc une bascule entre deux flux vidéo : l'un vers l'avant pour le pilotage et l'autre vers le fond pour l'observation

1. Présentation du projet et des objectifs
2. Conception
3. Réalisation et tests unitaires
4. Intégration et tests
5. Communication : site internet
6. Perspectives d'amélioration
7. Travail de groupe



- ▶ **Structure modulaire** pour développement en parallèle
- ▶ Identification des **fonctions** internes

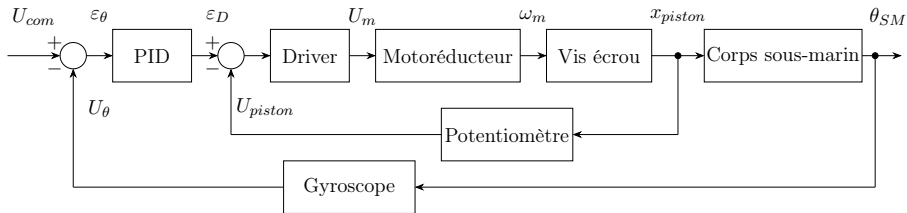


Figure – Schéma bloc de l'asservissement du sous-marin

La masse envisageable pour être transportable serait donc d'environ 15 kg.

Limite de la flottabilité \Rightarrow poids équivalent à son rapport en eau, donc de volume

$$V_{SM} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Notre idée initiale était de partir sur un tube de $\varnothing 128 \text{ mm}$, ce qui nous conduit à une longueur de

$$\ell_{SM} = \frac{V_{SM}}{S_{tube}} = \frac{V_{SM}}{\pi D^2/4} = \frac{15 \cdot 10^{-3}}{\pi (128 \cdot 10^{-3})^2/4} = \boxed{1,15 \text{ m}} \quad (1)$$

C'est utilisable

Structure interne qui doit être solide et compartimentée ⇒
disques imprimés en 3D

- Perçages pour les batteries
- Inserts filetés pour fixer les composants
- Trous pour tiges filetées

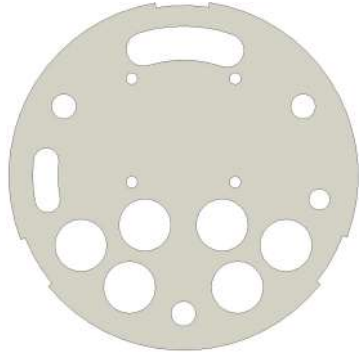


Figure – Exemple de disque

$$\text{Hélice : } v = p \times \omega \quad (2)$$

Or choix du moteur selon le paramètre KV, avec

$$p = 1.4 \text{ cm}.$$

La vitesse d'avance étant de $v = 5 \text{ km/h}$, soit $1,4 \text{ m/s}$, nous en déduisons que le taux de rotation doit être de

$$\omega = \frac{1,4}{0,014} = 100 \text{ tr/s} = 6000 \text{ tr/min} \quad (3)$$

+25% \Rightarrow 7500 tr/min sous 12 V donc

7500/12 = 625 KV. On choisit un 750 KV.



Figure – Moteur brushless choisi de 750KV



Figure – Capture du modèle 3D du sous-marin
fait sous *Fusion 360* (Autodesk)

Pourquoi avoir modélisé en 3D ?

- Placement précis et simulation des liaisons
- Paramétrage → modèle qui se reconstruit
- Exportation pour Blender
- Production de plans 2D et modèles 3D pour tranchage et impression

Pour diriger le sous-marin, 2 solutions :

1. Implanter 4 pompes directrices
2. Utiliser des gouvernails comme dans les vrais sous-marins

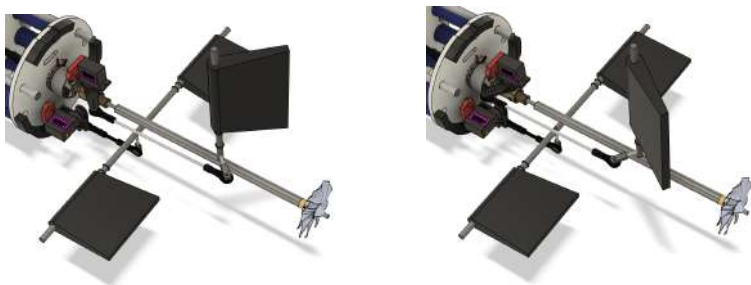


Figure – Débattement mesurable sur CAO et permis par les servomoteurs

Par une **étude statique**, on récupère le nombre de barres N de lest nécessaires au sous-marin :

$$N = \frac{(\rho_{fluide} \cdot V_{SM} - m_{sans}) \cdot 4}{\rho_{fer} \pi D^2 L} \quad (4)$$

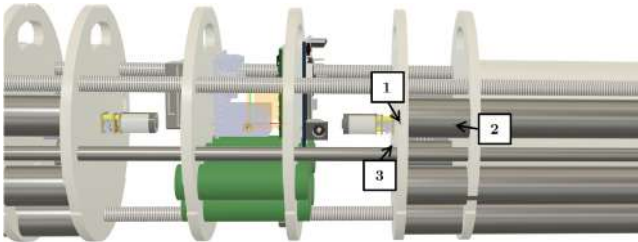


Figure – Positions des centres de masse

Deux solutions d'**étanchéité** envisagées dans le projet :

- Des gorges dans l'impression 3D en **(A)** dans lesquelles se glissent des joints toriques
- Des plus petits joints toriques en **(B)** dans lesquels coulisent les axes

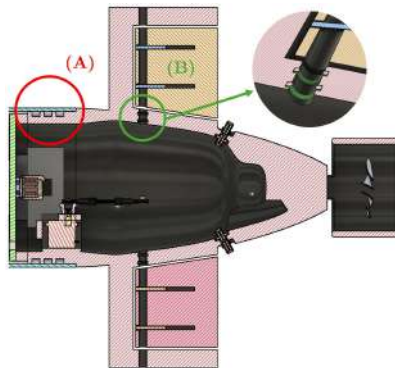


Figure – Solutions de jointage dans la CAO

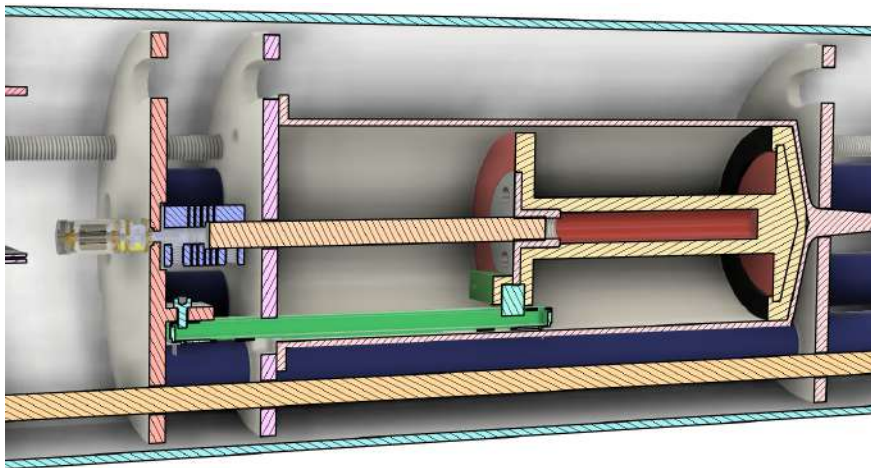


Figure – Coupe de la partie seringue

Dimensionnement de la batterie



Figure – Choix des cellules
li-ion INR18650 3500 mAh

- Évaluation du besoin
 - tension nominale $U \approx 12 \text{ V}$
 - intensité maximale $I_{max} \approx 16 \text{ A}$
- Réponse au besoin
 - tension nominale $U_{cellule} = 3,7 \text{ V}$
 - intensité maximale
 $I_{max, cellule} \approx 10 \text{ A}$

⇒ batterie **3S2P**

Schéma électrique et choix des bandes conductrices

- Nécessité d'un **BMS**
 - équilibrage des charges des cellules
 - protection de la batterie
- Choix du matériau et de la géométrie
 - bandes de nickel
 - 8 mm en largeur / 0.4 mm en épaisseur

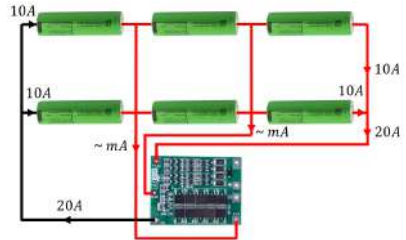


Figure – Schéma électrique du lien batterie / BMS



Figure – Récepteur



Figure – Émetteur

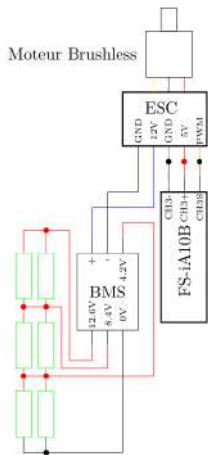


Figure – Circuit du moteur
brushless

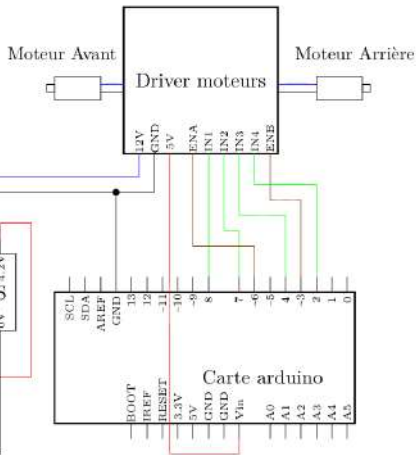


Figure – Circuit des motoréducteurs

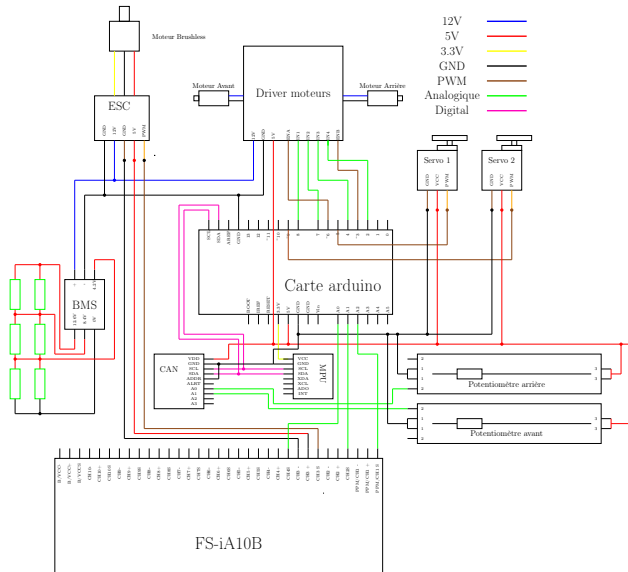


Figure – Circuit électrique complet du sous-marin

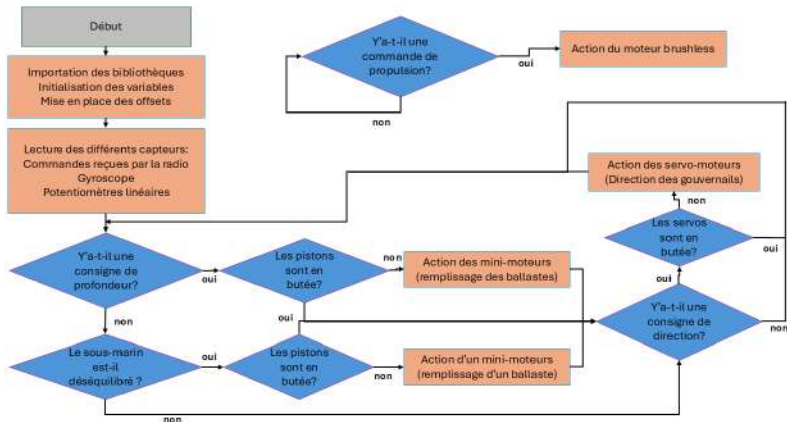


Figure – Structure du code

1. Présentation du projet et des objectifs
2. Conception
3. Réalisation et tests unitaires
4. Intégration et tests
5. Communication : site internet
6. Perspectives d'amélioration
7. Travail de groupe

L'avancée du projet a été permise par la **parallélisation des tâches**, grâce aux modules du projet :

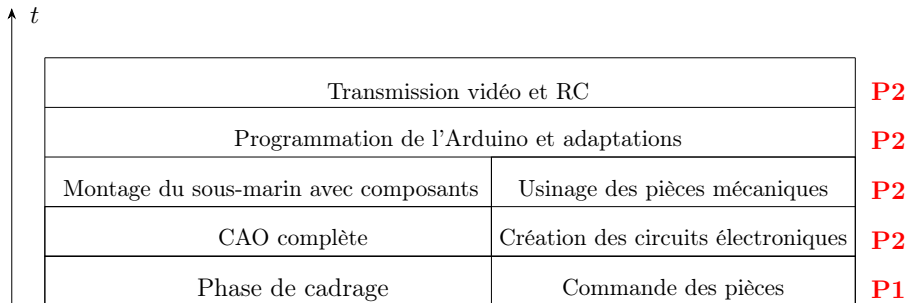


Figure – Étagement du projet

Disques imprimés et leur montage :

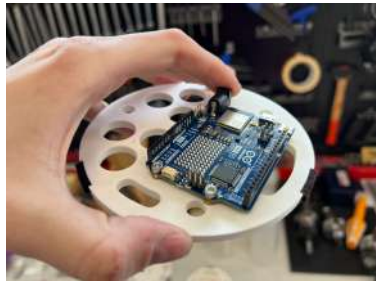
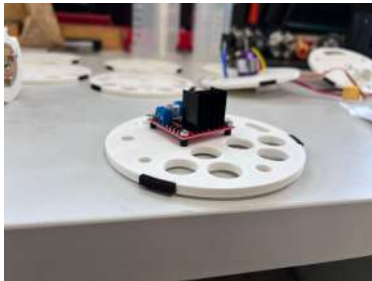


Figure – Exemple de certains disques (à gauche, celui supportant le contrôleur moteur, éloigné de la surface par des entretoises elles aussi imprimées et à droite, celui tenant l'Arduino)

Structure :

- Esthétique : **corps transparent**
- Limiter les problèmes d'étanchéité : augmentation des risques avec le nombre de jonctions

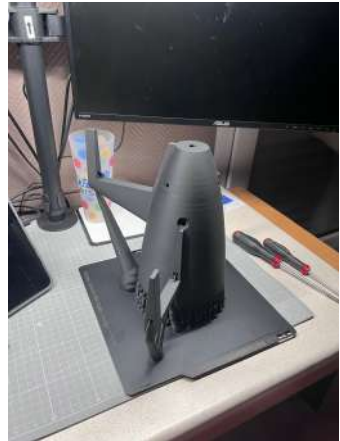


Figure – Ogive arrière, sortie d'imprimante



Figure – Deux techniques de soudage : soudage par point à gauche, soudage classique à droite

Après avoir changé de BMS en cours de réalisation, nous obtenons :

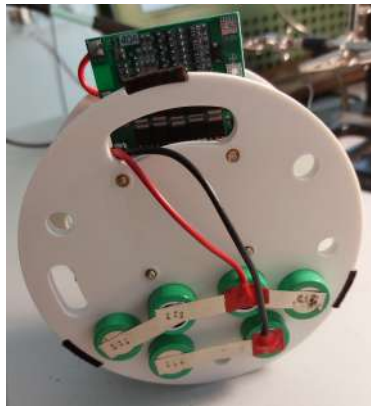
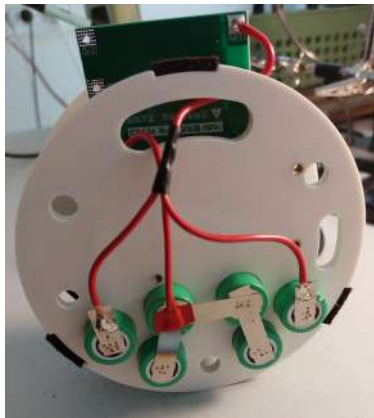


Figure – Avant et arrière de la batterie assemblée



Figure – Usinage sur fraiseuse des axes et montage sur les gouvernails

Sont présents :

- les supports des servomoteurs, intégrés dans la coque intérieure de l'impression 3D et qui reçoivent des **inserts filetés** pour y visser une plaque pour empêcher leur mouvement lorsque l'index tourne
- un des **axes** qui apparaît horizontalement
- la **bielle** excentrée qui est actionnée par les servomoteurs démontés pour la photo.

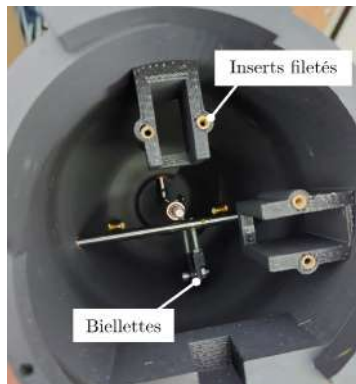
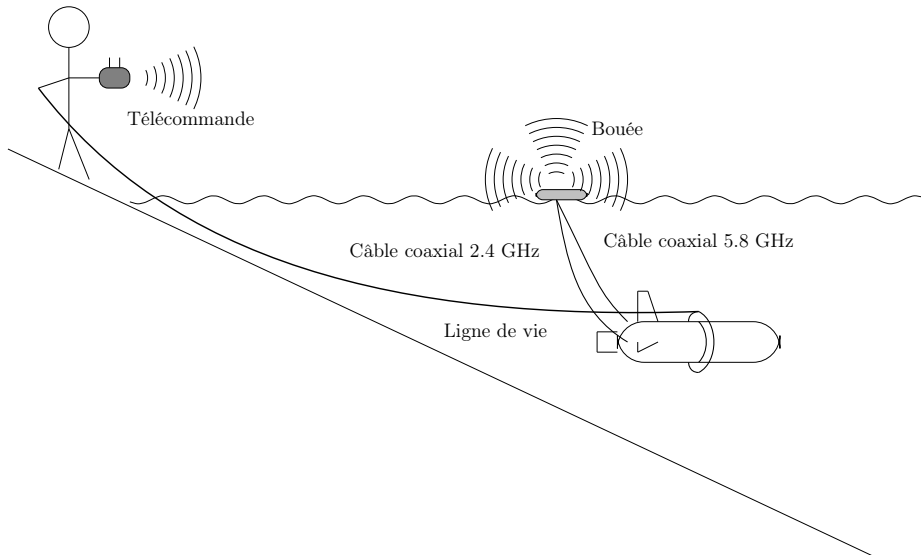


Figure – Tringlerie de l'ogive arrière



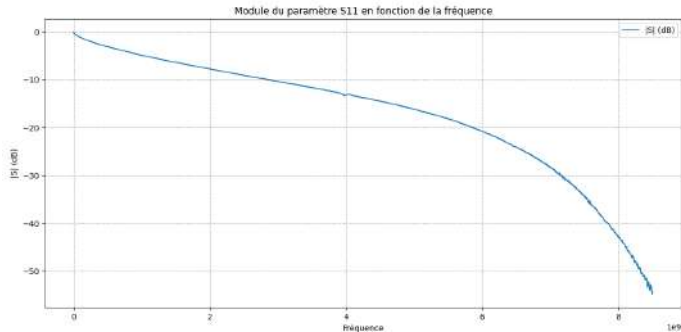


Figure – Paramètre s12 du câble

Recherche de la meilleure transmission de puissance possible

- Très bonne pour les fonctions de commande
- Moins pour la vidéo

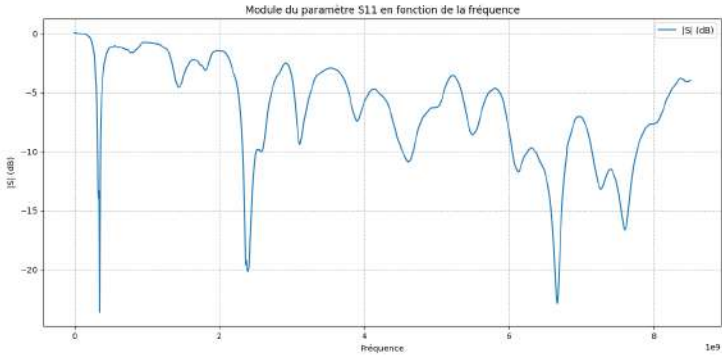


Figure – Paramètre s11 de l'antenne

► Adaptée au 2.4GHz

1. Présentation du projet et des objectifs
2. Conception
3. Réalisation et tests unitaires
4. Intégration et tests
5. Communication : site internet
6. Perspectives d'amélioration
7. Travail de groupe



Figure – Table de montage dans l’atelier mécanique de IMT Atlantique et machine d’usinage

Les étapes de montage du sous-marin ont été les suivantes :

- Essai dimensionnel de la solution à joints toriques
- Montage unitaire des **composants** sur les disques
- Coulissage des disques **sur les tiges filetées** en respectant les espacements
- Insertion dans le tube et fermeture de l'ensemble



Figure – Rangement des composants



Figure – Test en piscine



Figure – Avant
du sous-marin
submergé

- ▶ Beaucoup de fuites, certaines à des endroits inattendus
- ▶ On réfléchit rapidement à des corrections



Figure – Test en bac n°1



Figure – Test en bac n°2

- ▶ Moins de fuites, certaines modifications ont fonctionné
- ▶ Des fuites demeurent au niveau des gouvernails notamment

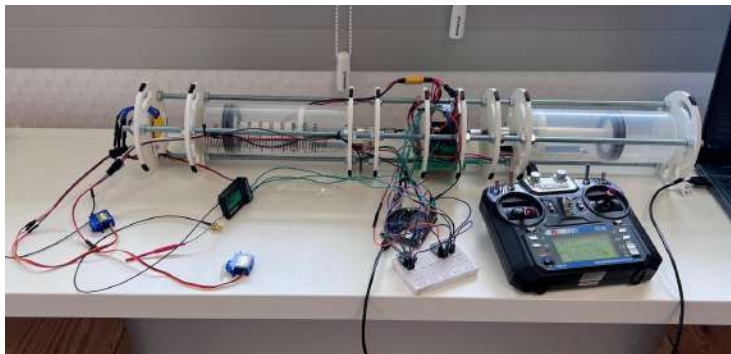
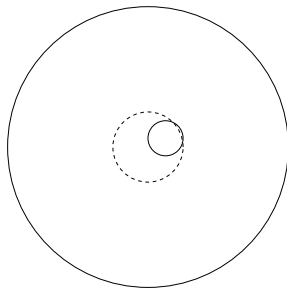


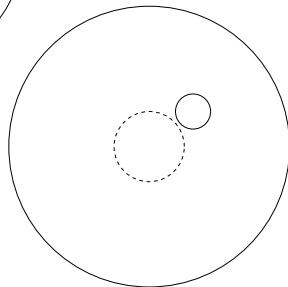
Figure – Module électronique

- ▶ Les deux pistons ne progressent pas à la même vitesse
- ▶ Difficulté du côté du piston avant

- ▶ Implémentation de **zones mortes**
- ▶ Implémentation de **butées**
- ▶ Adaptation de la puissance fournie aux motoréducteurs



Non détecté



Détecté

1. Présentation du projet et des objectifs
2. Conception
3. Réalisation et tests unitaires
4. Intégration et tests
5. Communication : site internet
6. Perspectives d'amélioration
7. Travail de groupe



Figure – Capture d'écran du site web



Figure – Un site pensé comme une expérience

- Site one-page dynamique avec scroll fluide
- Nombreuses animations visuelles au fil du scroll
- Ambiance sonore : bruit marin et sonar discret



Figure – React

- Options envisagées :
 - HTML/CSS
 - CMS comme WordPress

- React choisi : composants réutilisables, animations faciles à intégrer, grande liberté de création
- Stack : React + Tailwind CSS + GSAP

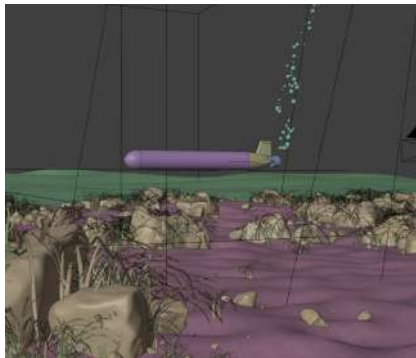


Figure – Importation de *Fusion 360* dans la modélisation *Blender*

- Présentation de l'équipe et du sous-marin
- Modèle 3D interactif du prototype
- Galerie photo
- Lien vers notre GitHub
- Illustrations réalistes avec scènes animées via Blender

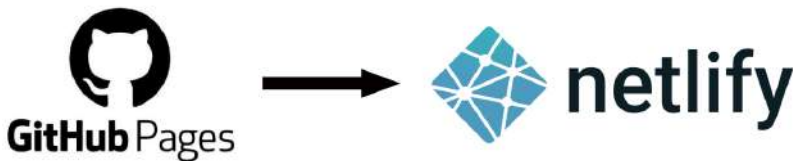


Figure – Déploiement sur Netlify grâce à Github

- Hébergement via Netlify avec déploiement automatique depuis GitHub
- Site toujours à jour, accessible à tous
- Outil de communication moderne qui valorise à la fois le fond technique et la forme immersive

1. Présentation du projet et des objectifs
2. Conception
3. Réalisation et tests unitaires
4. Intégration et tests
5. Communication : site internet
6. Perspectives d'amélioration
7. Travail de groupe

- Implémentation des caméras
- Étanchéification des ogives
- Choix de métaux inoxydables
- Mise en place de la bouée



Figure – Kit caméra

- ▶ Rendre le comportement des servomoteurs plus fluide
- ▶ Moduler les deux pistons en même temps au lieu d'un pour l'équilibrage
- ▶ Améliorer la précision des différents paramètres de manière empirique

1. Présentation du projet et des objectifs
2. Conception
3. Réalisation et tests unitaires
4. Intégration et tests
5. Communication : site internet
6. Perspectives d'amélioration
7. Travail de groupe



- Planification à l'aide de Ganttproject
- Réduction des problèmes de conception en amont avec la CAO 3D
- Organisation pour la gestion des problèmes : solutions alternatives, tests, etc.



- Parallélisation des tâche
- Organisation des séances
- Outils collaboratifs
- Collaboration avec des personnes extérieures à l'équipe PRONTO

Figure – L'équipe qui travaille à l'atelier



- ✓ Construire de A à Z un sous-marin
- ✓ Chaîne de puissance sur mesure
- ✓ Asservissement de ballast fonctionnel
- ✓ Communication tout au long du projet



Figure – La Pron'team et son sous-marin

-  [1] Brick experiment Channel, *Building a Lego-powered Submarine 4.0 - automatic depth control*, Youtube, 16 juil. 2022.
<https://www.youtube.com/watch?v=KLEH8RJsYgI>
-  [2] Antoine Géju, *Projet Kosmos*, 2025.
<https://kosmos.fish/index.php/faq/>
-  [3] Saad-Eddine Khazari, *Site Web du projet Alysse*, 2025.
<https://abysse.netlify.app/>
-  [4] Diy Perks, *Building a DIY submarine - DIY Perk*, 2025.
<https://www.youtube.com/watch?v=pUba126uzvU>
-  [5] Norelem, *Informations techniques pour le joint torique*, 2025.
<https://urlr.me/eW8s36>

Pour assurer le bon maintien des composants, on a utilisé des inserts filetés

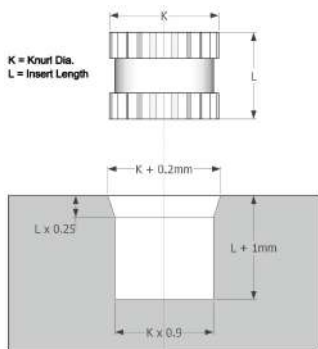


Figure – Préconisation de modélisation

Utilisation du PLA (polylactic acid) :

- Facilité d'impression : faible retrait thermique, bonne adhérence au plateau
- Écologique et biodégradable : fabriqué à partir d'amidon de maïs ou de canne à sucre
- Étanche (testé en conditions extrêmes)

Width of strip	Thickness of strip	Cross-sectional area of strip	Approximate Vee Gauge Equivalent	Anguich's (A) / Resistance (psi/meter) of metal strips made of:													
				Copper	Aluminum	Zinc	Nickel	Iron	Tin	Carbon Steel (1018)	Stainless Steel (304)						
5mm	0.1mm	0.3mm ²	26 AWG	8.2	33.6	5.8	56.4	2.5	188	2.1	180	1.5	194	1.4	210	1.0	280
	0.2mm	0.78mm ²	18 AWG	12	22.4	7.4	37.5	3.7	76.7	3.1	83.2	2.3	109	2.0	145	1.5	191
	0.25mm	1mm ²	16 AWG	15	16.8	9.4	28.2	4.8	58.0	4.1	63.9	3.0	97.1	2.7	109	2.1	143
	0.25mm	1.25mm ²	17 AWG	18	13.4	12	22.6	6.0	47.2	5.1	55.9	3.7	77.7	3.3	87.2	2.8	114
	0.3mm	1.5mm ²	18 AWG	21	11.2	14	18.8	7.1	33.3	6.0	46.6	4.4	64.7	4.0	72.7	3.8	95.3
	0.4mm	2.4mm ²	16 AWG	27	8.40	18	14.1	8.3	28.5	7.9	35.0	5.8	48.6	5.2	54.5	4.8	71.5
	0.5mm	2.5mm ²	15 AWG	31	6.72	21	11.3	11	23.9	9.7	28.9	7.2	38.8	6.6	43.8	5.9	57.2
	1mm	5mm ²	9 AWG	49	3.36	35	5.84	20	11.8	18	14.0	13	18.4	12	23.8	18	28.6
6mm	0.1mm	0.3mm ²	26 AWG	8.2	28.0	6.8	47.9	3.8	96.3	2.5	187	1.8	182	1.6	182	1.2	230
	0.2mm	0.78mm ²	18 AWG	14	18.7	8.8	31.3	4.4	65.6	3.7	77.7	2.7	108	2.4	121	1.8	199
	0.2mm	1.0mm ²	17 AWG	15	14.0	11	23.5	5.8	48.2	4.9	58.3	3.2	98.9	2.5	109	1.9	192
	0.25mm	1.5mm ²	16 AWG	21	11.2	14	18.8	7.1	33.3	6.0	46.6	4.4	64.7	4.0	72.7	3.8	95.3
	0.3mm	1.8mm ²	15 AWG	25	9.33	16	15.7	8.4	32.8	7.2	38.0	5.3	52.0	4.7	60.6	3.8	79.4
	0.4mm	2.4mm ²	14 AWG	30	7.80	21	11.8	11	24.6	9.4	29.1	6.9	40.5	6.2	45.4	4.8	59.6
	0.5mm	3mm ²	13 AWG	36	5.68	24	9.40	13	18.7	11	23.3	8.5	32.4	7.6	36.3	5.8	47.7
	1mm	6mm ²	8 AWG	53	2.80	40	4.70	24	9.83	21	11.2	16	16.2	14	18.2	11	23.8
7mm	0.1mm	0.3mm ²	26 AWG	11	24.8	6.8	40.3	3.4	84.3	2.9	209.3	2.1	123	1.9	136	1.4	204
	0.2mm	1.0mm ²	17 AWG	16	16.8	10	26.9	5.1	56.2	4.3	66.6	3.1	92.5	2.8	104	2.2	136
	0.2mm	1.4mm ²	16 AWG	20	12.8	13	28.1	6.6	42.1	5.7	49.9	4.1	63.4	3.7	77.9	2.8	102
	0.25mm	1.75mm ²	15 AWG	24	9.60	16	16.1	8.2	33.7	7.9	29.9	5.1	55.5	4.6	62.3	3.5	51.7
	0.3mm	2.1mm ²	14 AWG	29	8.00	18	12.4	9.7	28.1	9.2	23.3	6.1	48.2	5.5	51.9	4.2	68.1
	0.4mm	2.8mm ²	13 AWG	34	6.80	23	10.1	11	25.1	11	20.0	8.8	24.7	7.2	38.9	5.5	51.1
	0.5mm	3.5mm ²	12 AWG	39	4.80	27	8.06	15	16.9	13	20.0	9.8	27.7	8.9	31.1	8.9	40.8
	1mm	7mm ²	9 AWG	57	2.40	44	4.03	27	8.43	23	10.0	18	13.9	16	15.6	13	20.4
8mm	0.1mm	0.3mm ²	26 AWG	13	21.0	7.8	35.3	3.8	73.8	3.3	87.4	2.4	81	2.1	136	1.6	179
	0.2mm	1.2mm ²	17 AWG	18	14.0	11	23.5	5.8	48.2	4.9	58.3	3.6	88.3	3.2	100.8	2.5	119
	0.2mm	1.6mm ²	16 AWG	22	10.8	15	17.6	7.5	36.9	6.4	43.7	4.7	60.7	4.2	68.1	3.2	89.4
	0.25mm	2mm ²	15 AWG	27	9.40	18	14.1	8.3	28.5	7.9	29.9	5.8	48.6	5.2	54.5	4.8	71.5
	0.3mm	2.4mm ²	14 AWG	30	7.80	21	11.8	11	24.6	9.4	29.1	6.9	40.5	6.2	45.4	4.8	59.6
	0.4mm	3.2mm ²	13 AWG	37	5.25	26	9.81	16	18.4	12	21.9	9.8	28.3	8.1	34.7	6.7	44.7
	0.5mm	4mm ²	12 AWG	43	4.20	30	7.09	17	14.8	15	17.5	11	24.3	9.8	27.3	7.1	38.8
	1mm	8mm ²	9 AWG	61	3.30	47	5.53	29	7.38	26	8.7	20	12.1	18	13.6	14	17.0
9mm	0.1mm	0.3mm ²	26 AWG	14	18.7	9.8	31.3	4.4	65.6	3.7	77.7	2.7	108	2.4	121	1.8	199
	0.2mm	1.25mm ²	18 AWG	20	12.4	13	28.9	6.4	42.7	5.5	51.0	4.0	71.9	3.8	80.7	2.7	104
	0.2mm	1.6mm ²	17 AWG	25	9.33	16	15.7	8.4	32.8	7.2	38.0	5.3	52.0	4.7	60.6	3.8	79.4
	0.25mm	2.25mm ²	16 AWG	29	7.47	19	12.5	10	26.2	8.8	31.1	6.5	43.2	5.9	48.4	4.5	63.6
	0.3mm	2.7mm ²	15 AWG	33	6.22	23	10.4	12	21.9	10	25.9	7.7	36.8	6.9	40.4	5.4	53.6
	0.4mm	3.6mm ²	14 AWG	40	4.67	28	7.83	16	16.4	13	19.4	10	27.8	9.8	38.3	7.8	39.7
	0.5mm	4.5mm ²	13 AWG	46	3.73	33	6.27	18	13.1	16	16.5	12	23.6	11	24.2	9.4	31.6
	1mm	9mm ²	8 AWG	64	1.97	50	3.19	32	5.56	29	7.9	22	18.9	20	12.1	18	15.9
10mm	0.1mm	0.3mm ²	26 AWG	15	16.8	9.4	28.2	4.8	58.0	4.1	63.9	3.0	97.1	2.7	109	2.1	143
	0.2mm	1.5mm ²	18 AWG	21	11.2	14	18.8	7.1	33.3	6.0	46.6	4.4	64.7	4.0	72.7	3.8	95.3
	0.2mm	2mm ²	17 AWG	27	8.40	18	14.1	8.3	28.5	7.9	35.0	5.8	48.6	5.2	54.5	4.8	71.5
	0.25mm	2.6mm ²	16 AWG	31	6.72	21	11.3	11	23.9	9.7	28.9	7.2	38.8	6.4	43.8	5.9	57.2
	0.3mm	3mm ²	15 AWG	36	5.60	24	9.40	13	18.7	11	23.3	8.5	32.4	7.6	36.3	5.8	47.7
	0.4mm	4mm ²	14 AWG	43	4.20	30	7.09	17	14.8	15	17.5	11	24.3	9.8	27.3	7.1	38.8
	0.5mm	5mm ²	13 AWG	49	3.26	35	5.94	20	11.8	18	14.0	13	18.4	12	23.8	12	23.8
	1mm	10mm ²	8 AWG	66	1.68	53	2.82	34	5.98	30	7.9	24	9.7	22	18.9	17	14.2



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom


```

40 // ----- 10000 loop -----
41
42 if (barre_haut <= 0. || barre_haut >100.){
43     servoz.write(barre_haut);
44     plus if (servoz.read() < 00. || servoz.read() > 95.){servoz.write(00.);}
45
46 if (barre_vant <= 0. || barre_vant >100.){servoz.write(barre_vant);}
47 else if (servoz.read() < 00. || servoz.read() > 95.){servoz.write(00.);}
48
49 // -----
50
51 delay(500);
52
53 }
54
55 void lire_valeurs () {
56     barre_haut = map(analogIn (pin_barre_haut, H100), res_min, res_max, 0. + 100.);
57     barre_vant = map(analogIn (pin_barre_vant, H100), res_min, res_max, 0. + 100.);
58     plongee = map(analogIn (pin_plongee, H100), res_min, res_max, -1*working_range + working_range);
59
60     if (barre_haut >255){barre_haut = 255;}
61     if (barre_vant >255){barre_vant = 255;}
62     if (plongee >255){plongee = 255;}
63
64     if (barre_haut <-255){barre_haut = -255;}
65     if (barre_vant <-255){barre_vant = -255;}
66     if (plongee <-255){plongee = -255;}
67
68 }
69
70
71 //void equilibre()
72 // {
73 //     if (x > 50. || x < -50.){
74 //         activate(-90);
75 //     }
76 //     else if (x < -50. || x > 50.){
77 //         activate(90);
78 //     }
79 // }
80
81 void lire_sens () {
82     // Mesure de l'erreur de tension à 1 ADC (résolution entre 0.004 et 0.025V)
83     tension_A0 = A0.readADC(0); // Mesure de tension de la branche A0, par rapport à la masse
84     tension_sens_A0 = A0.readVoltage(tension_A0);
85     tension_A1 = A0.readADC(1); // Mesure de tension de la branche A1, par rapport à la masse
86     tension_sens_A1 = A0.readVoltage(tension_A1);

```

```

121 // Affiche l'adresse mémoire de l'axe des ordonnées, l'adresse de lecture des données, l'adresse de l'axe des abscisses et de l'axe des ordonnées
122
123 Serial.print("Le tension en A0 est ");
124 Serial.print(tension_volta_A0);
125 Serial.print(", ");
126 Serial.print("Le tension en A1 est ");
127 Serial.print(tension_volta_A1);
128
129 }
130
131 void lire_sens() {
132
133     // Demande de lecture des données des capteurs de l'ADXL345
134     Wire.beginTransmission(WU_addr);
135     Wire.write(0x00); // Register de début des données de capteur
136     Wire.endTransmission(false);
137     Wire.requestFrom(WU_addr, 14, true); // Lecture des 14 registres
138
139     // Lecture des valeurs de l'accéléromètre et du gyroscope
140     aCX = Wire.read() << 8 | Wire.read();
141     aCY = Wire.read() << 8 | Wire.read();
142     aCZ = Wire.read() << 8 | Wire.read();
143     GyX = Wire.read() << 8 | Wire.read();
144     GyY = Wire.read() << 8 | Wire.read();
145     GyZ = Wire.read() << 8 | Wire.read();
146
147     // Calcul des angles de rotation
148     int xAng = map(aCX, minval, maxval, -90, 90);
149     int yAng = map(aCY, minval, maxval, -90, 90);
150     int zAng = map(aCZ, minval, maxval, -90, 90);
151
152     x = RAD_TO_DEG * (atan2f(-yAng, -xAng) + PI);
153     y = RAD_TO_DEG * (atan2f(-xAng, -zAng) + PI);
154     z = RAD_TO_DEG * (atan2f(-yAng, -zAng) + PI);
155
156     Serial.print(x);
157     Serial.print(", ");
158     Serial.print(y);
159     Serial.print(", ");
160     Serial.print(z);
161
162 }
163
164 }
165
166 }

```

```

171 void moteur1 (int stateA){
172     // Sans de mouvement
173     if (stateA < 50 && tension_volets_A0 < 4.5) // avant
174     {
175         digitalWrite(motorPinA1, HIGH);
176         digitalWrite(motorPinA2, LOW);
177     }
178     else if (stateA < 50 && tension_volets_A0 < 4.5) // arriere
179     {
180         digitalWrite(motorPinA2, LOW);
181         digitalWrite(motorPinA1, HIGH);
182     }
183     else // stop (freinage)
184     {
185         digitalWrite(motorPinA3, HIGH);
186         digitalWrite(motorPinA2, HIGH);
187     }
188     //
189     // vitesse de mouvement
190     //
191     analogWrite(motorPwm_A0,stateA);
192 }
193
194 void moteur2 (int stateB){
195     //
196     // Sans de mouvement
197     if (stateB < 50 && tension_volets_A1 < 4.5) // avant
198     {
199         digitalWrite(motorPinB1, HIGH);
200         digitalWrite(motorPinB2, LOW);
201     }
202     else if (stateB < 50 && tension_volets_A1 < 4.5) // arriere
203     {
204         digitalWrite(motorPinB2, LOW);
205         digitalWrite(motorPinB1, HIGH);
206     }
207     else // stop (freinage)
208     {
209         digitalWrite(motorPinB3, HIGH);
210         digitalWrite(motorPinB2, HIGH);
211     }
212 }

```



```
110  
111 // Vérifier le mouvement  
112 //  
113 await this.setState({state:0});  
114  
115 }  
116 }
```