



Projet de 1ère Année

Équipe n°3

Compte Rendu

Outil de Mesure Pour Caméra Embarquée

BIECHE Matys, DE OLIVEIRA Angelo, DEVANNE Corentin, GAILLARD Julien,
GORNOVA Arina, LETISSIER Klara, MAJESTE Lou, ROULOT Achille, TCHUNG FO
CHONG Manarii, VIMONT Gautier

Enseignants référents :

M.TEDESCHI, M.PIAZZOLA, M.LACROIX, Mme.MINGHELLI, Mme.RIVERS

SeaTech Toulon
Université de Toulon campus de La Garde

Résumé

Dans le cadre du projet de 1ère année notre équipe s'est attelée à la conception d'un outil dédié à la mesure de paramètres spécifiques de caméras. De la définition de la structure logicielle au dimensionnement des composants, chaque étape de notre processus de développement a été réalisé de manière à créer un outil aussi performant que possible, tout en répondant aux exigences définies par CS Group.

Grâce à la diversité de nos compétences et à nos recherches approfondies, nous avons mis en commun nos connaissances dans le cadre de ce projet pluridisciplinaire. De la modélisation à la programmation, en passant par l'électronique, chaque domaine a été traité avec une attention particulière.

Notre objectif est de présenter un outil fiable, précis, transparent et économique qui permettra une conception simple et modulable afin de répondre efficacement aux défis complexes de la surveillance maritime.

Sommaire

1 Remerciements	1
2 Introduction	1
2.1 Contexte & Problématisation	1
2.2 Objectifs	2
3 État de l'art	3
4 Cahier des charges	3
4.1 Exigences techniques	4
4.2 Maquette	5
5 Réalisation de la maquette	6
5.1 Électronique embarquée	6
5.1.1 Choix des composants	8
5.1.2 Électronique	10
5.1.3 Programme	13
5.1.4 Résultats	13
5.2 Interface	15
5.3 Choix de la batterie	16
5.4 Mécanique	17
5.4.1 Système de fixation	17
5.4.2 Matériaux utilisés	18
5.4.3 Agencement intérieur	18
5.4.4 Modélisation	19

6 Logistique	20
6.1 Budget	20
7 Difficultés rencontrées	22
8 Conclusion	22
8.1 Annexe 1 : Diagramme FAST	
8.2 Annexe 2 : Programme	
8.3 Annexe 3 : Algorithme de calcul de capacité	
8.4 Autres Annexes	

1 Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique pour leur aide tout au long de notre projet.

Nous tenons aussi à remercier les utilisateurs du forum communautaire de ST Electronics sans qui un certain nombre de difficultés n'auraient pas pu être surmontées.

2 Introduction

Dans le cadre des projets de 1ère année, nous présentons dans ce compte rendu notre maquette conçue pour répondre aux besoins définis par CS GROUP.

2.1 Contexte & Problématisation

Notre projet s'insère dans le contexte de surveillance de zones, plus particulièrement dans la rade de Toulon. Surveillance qui nécessite le déploiement de capteurs optroniques performants pour assurer, à l'aide de caméras, la classification, le suivi et la géolocalisation des cibles d'intérêt. Ces opérations dépendent de l'environnement et des systèmes déployés tels que la portée en reconnaissance du système optronique.

Pour garantir les meilleures localisation de cibles dans les images, il est crucial de collecter les données relatives à la caméra utilisée. Cela permettra d'optimiser la performance globale du dispositif de surveillance et d'assurer une détection et une classification précises des cibles potentielles. Parmi ces paramètres, ceux listés ci-dessous nous intéressent particulièrement puisqu'ils jouent un rôle crucial dans l'estimation des cinématiques de cible :

- La position de la caméra en latitude et longitude.
- Axe de visée en élévation et azimuth.
- Altitude

Nous devons donc trouver le moyen de mesurer avec précision et transmettre en temps réel l'altitude, les coordonnées GPS et les axes de visée d'une caméra embarquée.

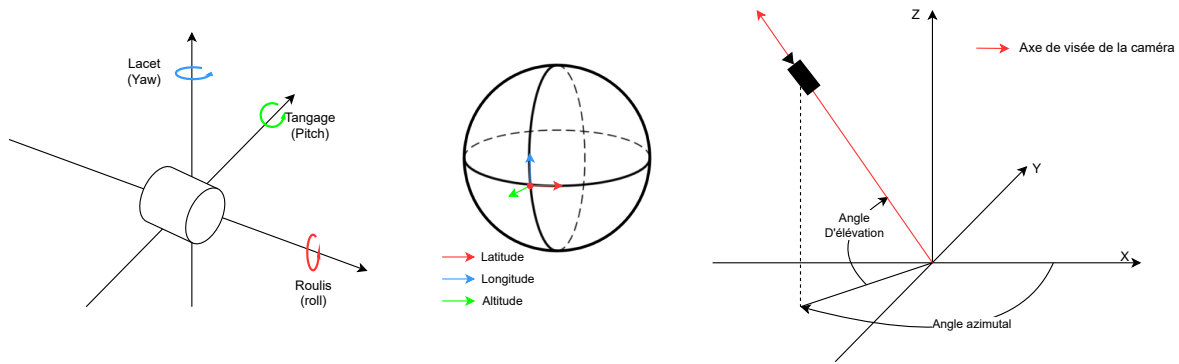


Figure 2.1 *Convention d'écriture des angles et axes*

2.2 Objectifs

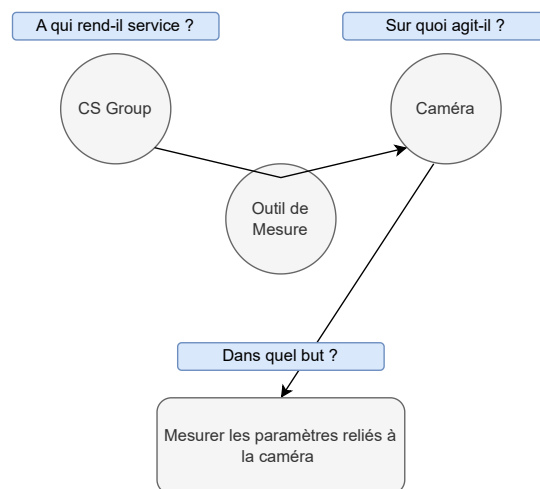


Figure 2.2 *Diagramme bête à corne*

Notre outil a pour objectif d'être développé au service des opérateurs chargés de la surveillance d'une zone donnée. Ce système leur permettrait d'améliorer la localisation de cibles tout en multipliant les zones de surveillance en s'affranchissant au maximum des contraintes environnementales et en faisant confiance aux données collectées.

En outre, notre outil doit être capable, par sa facilité d'utilisation, d'être déployé rapidement et d'avoir une précision et une autonomie qui permettent d'améliorer grandement la surveillance d'une zone donnée ainsi que de pouvoir être suffisamment modulable et accessible à des fins de modifications futures ou nécessaires à un changement de milieu ou

adaptable à une mission sensiblement différente comme une fusion de données avec ceux issus de la caméra.

Ce système permettrait ainsi de gagner de précieuses secondes, qui, dans un contexte de sécurité ou de défense, permettrait d'entraîner une chaîne de décisions beaucoup plus efficiente.

3 État de l'art

Afin de mener à bien notre projet, nous avons analysé les solutions existantes dans le domaine. Celles-ci se trouvent principalement parmi les outils de mesure utilisés dans le secteur du BTP, ainsi que les outils d'alignement d'antennes, tels que le Sunsight, actuellement employé par CS Group. Le Sunsight est de fait l'un des outils les plus précis sur le marché [1]. Cependant, il ne s'adapte pas parfaitement aux exigences spécifiques de CS Group.

En effet, l'accès aux données se fait uniquement via une application dédiée qui les affiche sans possibilités de récupération automatisée, obligeant ainsi à une saisie manuelle. De plus, le taux de transmission des données, inférieur à 10 Hz, est insuffisant pour les besoins de CS Group. L'autonomie de 9 heures est également un facteur limitant ne permettant pas une utilisation prolongée et obligeant des cycles de recharges. Enfin, le manque de transparence du Sunsight pose des problèmes, notamment en matière de sécurité nationale.

Néanmoins, le Sunsight reste la meilleure option disponible sur le marché, car les autres outils sont soit incomplets, ne fournissant pas toutes les informations nécessaires comme certains instruments d'alignement d'antennes [2], soit pas assez précis, même s'ils pourraient convenir à l'environnement d'utilisation [3].

Malgré ces limitations, l'étude des caractéristiques de ces outils révèle des similitudes dans leur conception, en particulier les capteurs utilisés. Tous ces instruments intègrent au minimum un AHRS [4], voire une navigation inertielle, et parfois un ou deux GPS.

Aucune solution actuelle ne répondant entièrement aux besoins de CS Group, nous avons décidé de concevoir un prototype alliant précision, simplicité, modularité et transparence. Cette approche nous permettra de créer un outil parfaitement adapté aux exigences spécifiques de CS Group, tout en surmontant les limitations des solutions existantes.

4 Cahier des charges

De nombreux acteurs ont eu leur importance sur le développement de la maquette. Ces derniers ont défini les objectifs et les contraintes auxquelles elle devrait se soumettre.

Nous résumons ces contraintes liées aux interacteurs sous forme du diagramme suivant :

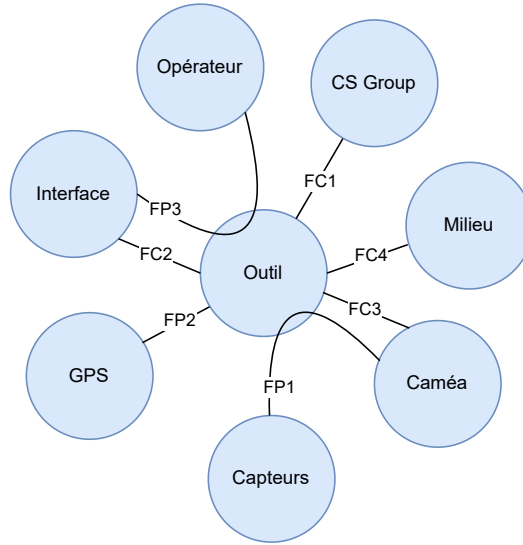


Figure 4.1 *Diagramme des interacteurs*

Après l'étude de ces acteurs, nous avons défini des fonctions principales (FP) et contraintes (FC). Les fonctions principales doivent satisfaire l'objectif à atteindre tandis que les contraintes permettent d'assurer la sécurité de l'outil, de l'opérateur dans le cadre défini par les exigences imposées :

FP1	Mesurer l'axe de visée de la caméra
FP2	Mesurer la position de la caméra
FP3	Restituer la donnée à l'opérateur
FC1	La maquette doit permettre d'être inspectée pour une potentielle production en série par CS GROUP
FC2	Communiquer l'information traitée à un appareil
FC3	Être fixé à la caméra
FC4	Être autonome au milieu marin

TABLE 1 – Tableau des fonctions

4.1 Exigences techniques

Les exigences que nous détaillons ci-dessous se rapportent à la maquette que nous avons réalisée, correspondant à une version bridée du système qu'il est possible de créer. Dans le

cadre d'une application professionnelle totale, certaines valeurs seront donc à modifier, proportionnellement aux capacités et instruments réels mis à disposition pour l'outil. L'ensemble détaillé de nos exigences sont consultables en annexe dans le diagramme Sysml notamment.

Fonctions de service	Critère d'appréciation	Niveaux d'appréciation	Limite d'acceptation	Classe
FP1	Élévation	0.08°	< 0.2°	F1
	Azimut	0.1°	< 0.3°	F1
FP2	Récepteur GPS	1cm	± 30cm	F1
FP3	Interface logiciel	Précision au pourcentage	± 1%	F3
	Niveau batterie			F1
	Coordonnées géodésiques			F0
	Position sur carte			F3
	Axe de visée			F0
FC1	Accessibilité composant	Boitier non scellé	Composants démontables	F0
FC2	Module Wi-Fi	802.11 b/g/n, 2.4 GHz	± 0Hz	F0
	Portée communication	20m sans obstacles		F2
	Fréquence de mesures	10Hz		F0
FC3	Compatibilité	Fixation universelle		F0
	Masse	≈ 160g		F2
	Ajustabilité	Réglage au degré		F0
FC4	Etenchéité	Résistance aux intempéries	> IP54	F1
	Résistance aux UV	Exposition 24h/24		F1
	Résistance à la température	Exposition 24h/24	> 70°C	F1
	Autonomie batterie	5200mAh (rechargeable)	> 3,6Ah	F2

TABLE 2 – Tableau des contraintes détaillées

Le diagramme FAST consultable en Annexe 1 sert de support à la conception de maquette.

4.2 Maquette

Une maquette est envisageable [Fig. 4.3]. Celle-ci doit pouvoir posséder deux configurations, embarquée ou non. Selon le mode d'utilisation, une alimentation ou non sera nécessaire. Le détail du choix des capteurs et composants sera traité dans une partie dédiée.

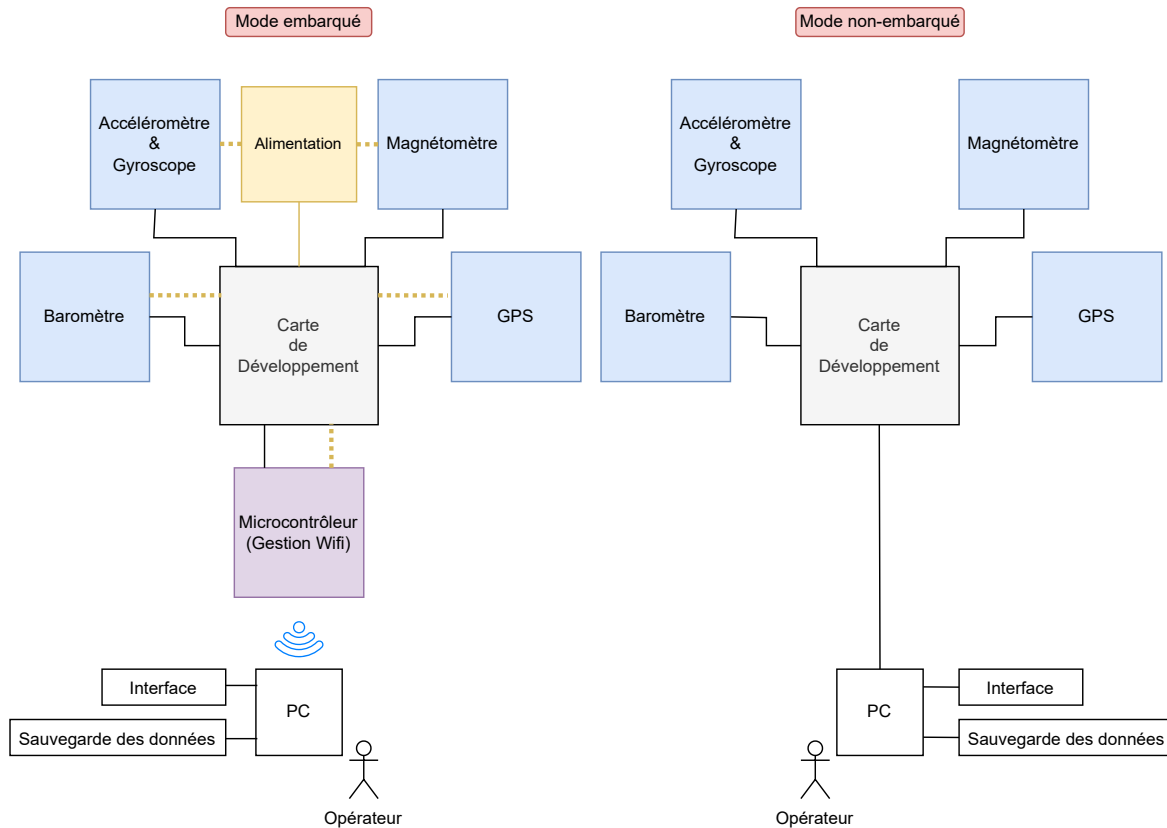


Figure 4.2 Schéma Maquette

5 Réalisation de la maquette

Nous avons fait le choix de distribuer les travaux sur la maquette en deux catégories : électronique embarquée et mécanique.

Nous avons traité ces deux parties équitablement, de telle sorte à garantir une maquette fonctionnelle sur le plan logiciel et physique.

5.1 Électronique embarquée

L'électronique embarquée constitue l'élément fondamental de notre projet. Dans la suite, nous aborderons tout d'abord le choix de nos composants électroniques. Ensuite, le montage électrique sera détaillé. Enfin, nous traiterons la partie logicielle, en expliquant le code qui nous permet la fusion efficace des données de nos capteurs.

Tout d'abord, rappelons que nous devons réaliser une navigation inertielle ou INS (Inertial Navigation System) et fusionner nos différents capteurs afin d'obtenir les données nécessaires dans le cahier des charges [Fig 5.1]

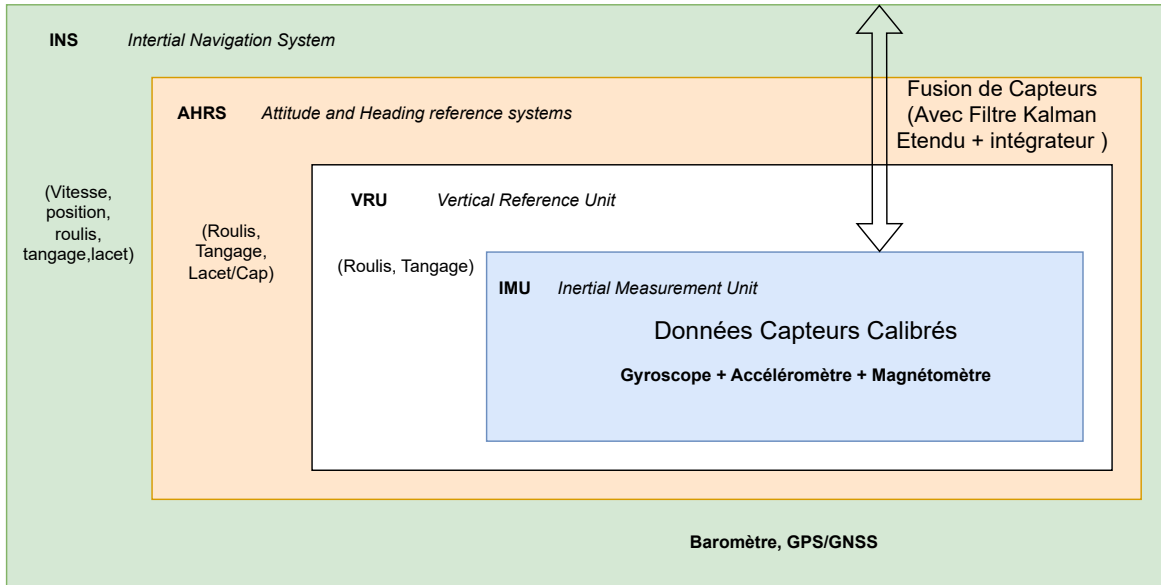


Figure 5.1 *INS, AHRS, IMU*

Dans notre cas, nous faisons le choix d'une fusion de capteurs particulière adaptée à nos besoins [Fig 5.2]. En effet, nous appliquons un premier filtre de Kalman aux données du gyroscope afin d'obtenir des valeurs précises et stables d'angles de roulis et tangage. Puis un filtre de Kalman étendu est appliqué au GPS après obtention de la position et de la vitesse par intégration des données de l'accéléromètre afin d'obtenir des données de position et vitesse encore plus fiables. Kalman étendu est nécessaire du fait de la possible non linéarité de trajectoire de notre système s'il est embarqué sur un véhicule par exemple.

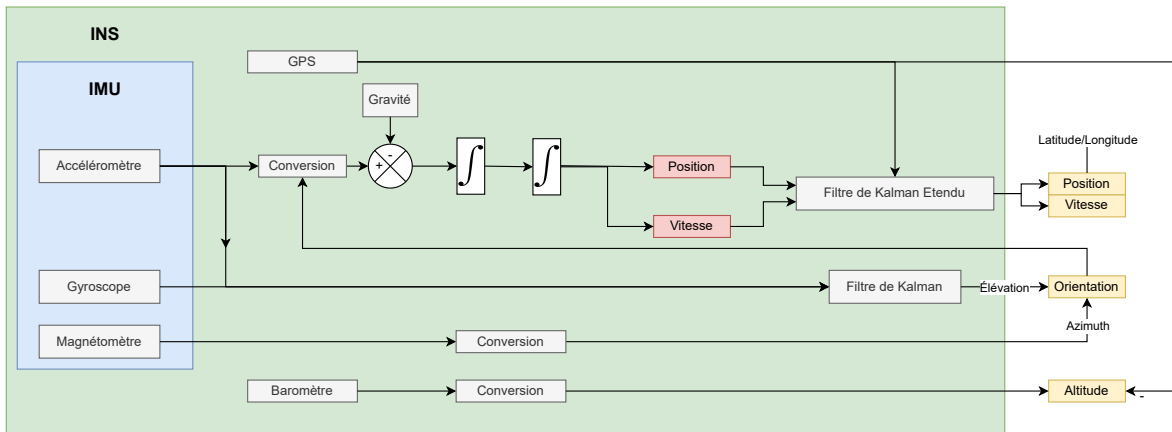


Figure 5.2 *Centrale inertielle assistée par GPS et magnétomètre*

5.1.1 Choix des composants

Nos choix de composants se basent sur plusieurs principaux critères :

1. Performances (notamment la précision des données récoltées pour les capteurs)
2. Capacité à s'intégrer dans un système
3. Stocks Disponibles
4. Prix

Concernant le prix et le stock disponible, les informations sont détaillées dans la partie 6 du rapport.

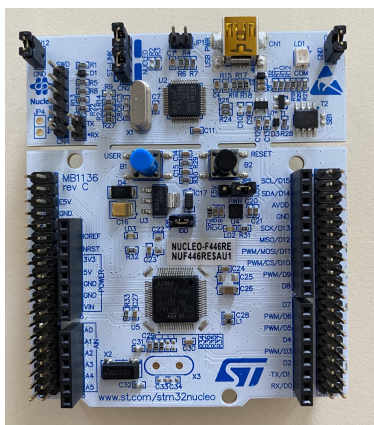


Figure 5.3 Carte de développement Nucleo-F446RE

Notre carte de développement STM32 Nucleo-F446RE a été sélectionnée pour ses nombreux avantages. Tout d'abord, elle intègre un microcontrôleur performant avec une mémoire Flash de 512 Ko et une RAM de 128 Ko [5]. Ensuite, elle bénéficie d'un environnement de développement intégré, STM32CubeIDE, qu'il est facile d'utiliser en plus de permettre des modifications profondes sur le microprocesseur.

Elle offre également une grande extensibilité grâce à ses broches compatibles avec les shields Arduino, permettant ainsi une connexion aisée avec une large gamme de modules et de capteurs. De plus, elle dispose de nombreux protocoles de communication dont l'USART, et l'I2C ce qui est utile pour la transmission d'informations avec les capteurs et le GPS ainsi qu'avec l'interface.

En termes d'alimentation, la carte peut être alimentée via USB ou par une source externe. Aussi, les produits de STMicroelectronics sont très largement utilisés en France par les services de l'Etat ce qui assure une certaine sécurité. Enfin, l'existence d'un forum d'aide dédié et la richesse de la documentation facilitent grandement la prise en main et le développement de notre projet par le biais de cette carte.

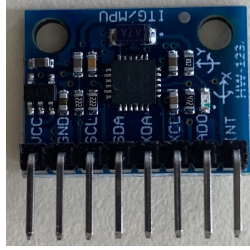


Figure 5.4 *MPU6050 : Accéléromètre & Gyroscopie*

La MPU-6050 combine un gyroscopie et un accéléromètre à trois axes dans un seul boîtier. Il est alimenté avec une tension de 3,3 V à 5 V. Sa résolution de 16 bits permet de détecter des variations très fines dans les mesures de l'accéléromètre et du gyroscopie [6]. Ce capteur permettra d'obtenir l'angle en élévation de la caméra ainsi que son roulis. En effet, si nous ne sommes pas sur une surface plane, nous aurons la capacité de déterminer précisément l'ampleur de l'inclinaison avec le roulis.

Pour l'accéléromètre du MPU-6050, la plage dynamique de $\pm 16g$ peut mesurer des accélérations allant jusqu'à 16 fois l'accélération due à la gravité terrestre. Pour le gyroscopie, la plage dynamique de ± 2000 degrés par seconde permet de mesurer des vitesses angulaires allant jusqu'à 2000 degrés par seconde dans chaque direction. C'est un module très utilisé, dont il est aisément possible d'améliorer les performances à l'aide de filtres passe-bas pour l'accélération et de Kalman pour l'orientation.

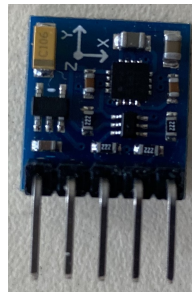


Figure 5.5 *HMC5883L : Magnétomètre*

Le capteur HMC5883L est un magnétomètre 3-Axes, il détecte la force du champ magnétique le long des axes X, Y et Z et fournit en sortie tension différentielle sur les broches correspondantes. Il a une précision de 1 à 2 degrés et une plage de mesure de -8 à +8 gauss. Sa plage de tension d'alimentation est de 3V à 6V. [7] Il s'intègre donc parfaitement dans notre système à condition d'y apporter quelques retouches détaillées en partie 5.1.2. Il permettra l'obtention de l'angle azimutal.

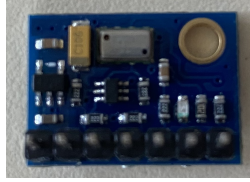


Figure 5.6 *MS5611 : Baromètre*

Le capteur MS5611 est un baromètre couvrant une plage de pression allant de 10 à 1200 mbar et une plage de température de -40°C à 85°C , une compensation de température est intégrée. Il consomme très peu d'énergie et fonctionne de 1,5 V à 3,6 V. [8]. Il nous permet l'obtention de l'altitude, corrigée avec celle du GPS.

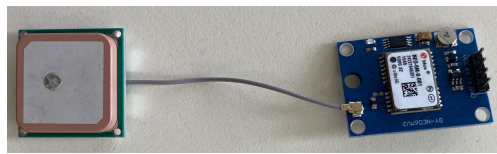


Figure 5.7 *u-blox Neo-6M : GPS*

En ce qui concerne le GPS nous avons opté pour le GPS Neo-M8N, notamment pour sa précision altimétrique similaire au Sunsight [9]. Malheureusement, celui-ci n'était plus disponible. Une Neo-6M a donc été choisie en remplacement. Ce GPS communique par UART et doit être alimenté avec une tension de 2,7 à 3,6 volts, ce qui le rend compatible avec la carte de développement utilisée. Il peut également fournir une mise à jour de la position jusqu'à 5 fois par seconde. [10]

Nous sommes conscients de ses limitations et ses faiblesses par rapport à d'autres GPS. Nous suggérons l'idée que celui-ci doit être remplacé à minima par une NEO-M8N, surtout si l'on souhaite obtenir une bonne valeur de l'altitude par fusion de capteur avec le baromètre. D'autres GPS professionnels bien plus performants peuvent être envisagés par CSGroup afin d'améliorer les données récoltées, malgré leur coût élevé. Enfin, l'utilisation de deux GPS peut être envisagée comme réalisé sur le Sunsight afin d'augmenter la précision par différenciation GPS, ou encore augmenter la fiabilité de l'outil.

5.1.2 Électronique

Grâce aux modules choisis, le circuit électrique se réalise comme suit :

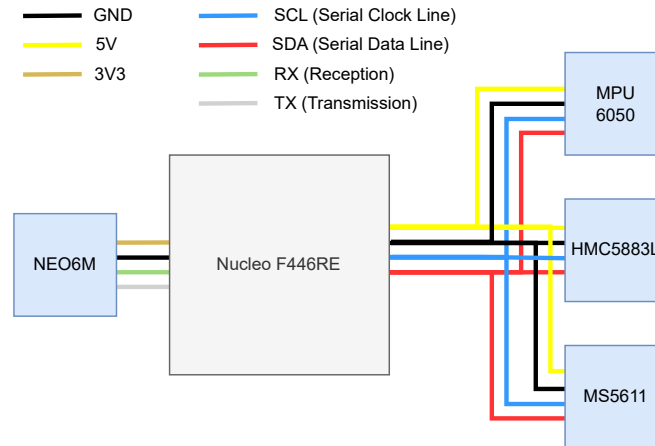


Figure 5.8 *Circuit simplifié*

Afin de permettre la réalisation du circuit, nous utilisons une platine d'expérimentation et des câbles jumper classiques. Le code couleur est respecté. [Fig.5.9]

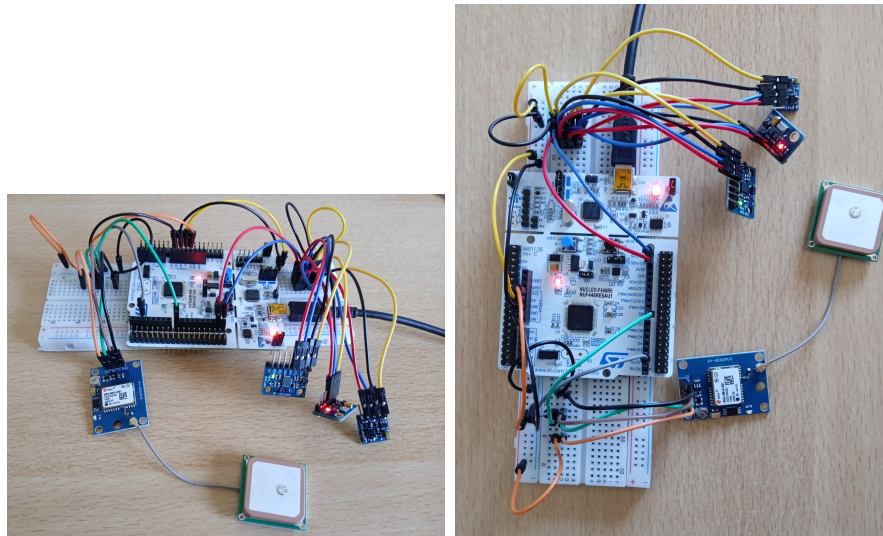


Figure 5.9 *Branchements réalisés*

Dans les faits et lors de nos tests, les branchements sont simplifiés. Nous attachons directement les broches des capteurs à la platine. Ceci permet non seulement une meilleure transmission de données en particulier pour les bus I2C, mais aussi une meilleure attache pour nos capteurs. L'image ne sert qu'à représenter visuellement le branchement sur la Nucleo et permettre une meilleure compréhension pour le lecteur de ce rapport.

Il est tout de même à noter que sur la Nucleo-F446RE les pins correspondants à RX et TX correspondent respectivement à D2 sur carte (PA10 sur microcontrôleur) et D8 sur carte

(PA9 sur microcontrôleur). Ainsi, TX du GPS doit être branchée à D2 et RX du GPS au pin D8 de la Nucleo. Afin que RX soit sur TX et vice-versa entre le GPS et la Nucléo.

Enfin, un ajustement est à réaliser sur la HMC5883L afin que le système puisse fonctionner dans son ensemble. Soit brancher le magnétomètre à la MPU6050 via les broches auxiliaires XDA et XDL, soit retirer les résistances oranges [Fig.5.10] et relier SCL/SDA aux auxiliaires respectifs [Fig.5.11]. La seconde solution a été choisie.

En effet, relier la MPU6050 et la HMC5883L l'une avec l'autre via les broches auxiliaires entraîne des problèmes de bus I2C qui nécessitent une série d'actions dans le programme qui empêchent les deux capteurs de fonctionner dans des conditions optimales en plus de retirer le caractère modulable de notre maquette. Cette correction est malgré tout détaillée par la suite.

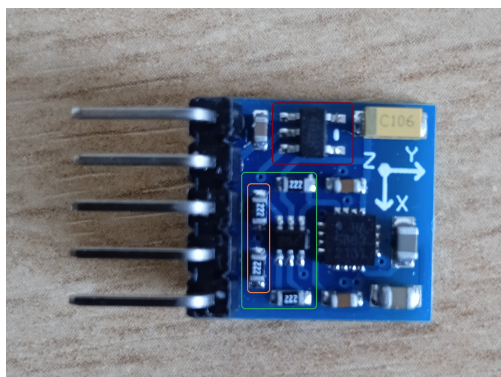


Figure 5.10 *Schéma explicatif de la HMC5883L*

En vert les pull-up / level shifter en orange les résistances en rouge le régulateur 3V3.

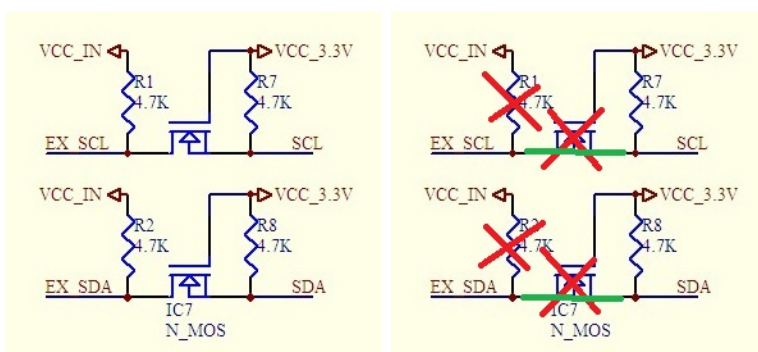


Figure 5.11 *Correction à apporter*

La programmation est réalisée en C puisque c'est un langage largement utilisé en embarqué, que nous maîtrisons et qu'il est possible de comprendre aisément par n'importe quelle personne ayant fait de la programmation. Le projet est réalisé à l'aide de STM32CubeIDE, logiciel dédié de STM32 sur lequel il est possible de configurer le microcontrôleur ainsi que programmer sur la carte.

L'I2C est configuré avec pour vitesse d'horloge de 100000 Hz.

L'USART1 RX est configurée de telle sorte à avoir un accès direct à la mémoire.



13

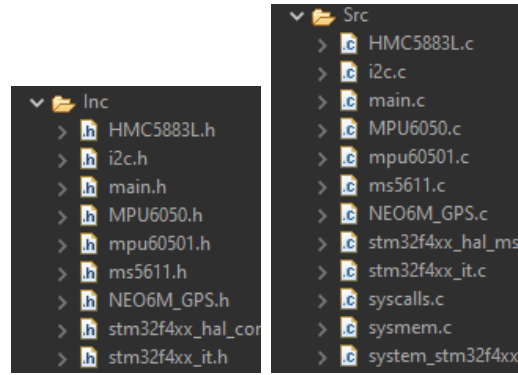


Figure 5.13 *Fichiers du projet*

Le programme se décompose de telle sorte à suivre la [Fig 5.2]. Le code est accessible en annexe via une page Github.

Les données sont toutes stockées dans des variables explicitement déclarées et renvoyée par UART à l'interface.

5.1.4 Résultats

Après plusieurs tests il est possible d'obtenir des résultats plus que satisfaisants.

Il est possible de voir l'évolution de nos données avec le logiciel CubeMonitor, aussi développé par STMicroelectronics. Les données UART peuvent être visualisée grâce à un logiciel comme PuTTY.

Premièrement l'information GPS est belle est bien reçue.

```

COM5 - PuTTY
GPRGA,174050.00,4308.07641,N,00600.98800,E,1,03,2.20,-0.9,M
GPGSV,3,3,11,24,,,18,26,02,056,,30,,,19*48
GPGLL,4308.07641,N,00,-0.9,M,47.6,M,*78
GPGSA,A,2,03,17,02,,,,,,,,,2.42,2.20,1.00*01
00*01
GPGSV,3,1,11,02,02,152,37,03,37,088,26,04,62,049,,06,59,296,27544,N,00600.98794
,E,0.689,,040624,,,A*77
GPGVTG,T,M,0.689,N,1.277N,1.211,K,A*27
GPRGA,174054.00,4308.07502,N,00600.98783,E,1,03,2.20,,21*7B
GPGSV,3,3,11,24,,,18,26,02,056,,30,,,20*42
74055.00,A,A*6F03,2.20,-0.9,M,40.68M,,7,
,02,,,,,,,,,2.42,2.20,1.20,1.00*01
GPGSV,3,1,11,02,02,152,37,03,37,088,27,04,62,049,,06,5,4308.07355,N,00600.98769
,E,0.417,,040624,,,A*72
GPGVTG,T,M,0.417,N,0.178,N,0.330,K,A*2D
GPRGA,174058.00,4308.07318,N,00600.98764,E,1,,41,23,,,20*79
GPGSV,3,3,11,24,,,17,26,02,056,,30,,,20*4D
GPGLL,447,E,1,03,2.20,-0.9,M,47.6,M,*7E
GPGSA,A,2,03,17,02,,,,,,,,,2.42,GPGLL,4308.07270,N,00600.98747,E,174059.00,A,A
*69
,02,,,,,,,,,2.42,,2.42,2.20,1.00*01
GPGSV,3,1,11,02,02,152,36,03,37,088,28,04,62,0401.00,A,4308.07199,N,00600.98721
,E,0.159,,040624,,,A*71
GPGVTG,T,M,

```

Figure 5.14 *Réception du message NMEA via le terminal PuTTY*

Deuxièmement, les résultats obtenus par nos capteurs sont excellents. Remarquons par ailleurs la différence notable entre l'utilisation d'un filtre de Kalman pour l'orientation sur le gyroscope et l'utilisation d'un simple filtre passe-bas [Fig.5.16][Table 5]. En effet, les gestes brusquent qui augmentent le bruit drastiquement ne permettent pas aux données filtrées par

un passe-bas de réagir correctement (pics à 450° degré d'angle pour des mouvements allant de 0° à 180° avec la MPU6050).

Précision	Kalman	Filtre passe-bas
Elevation(rms)	$\approx .08^\circ$	$\approx .3^\circ$
Roulis (rms)	$\approx .08^\circ$	$\approx .3^\circ$

TABLE 3 – Tableau des résultats de précision pour les angles d'élévation et de roulis

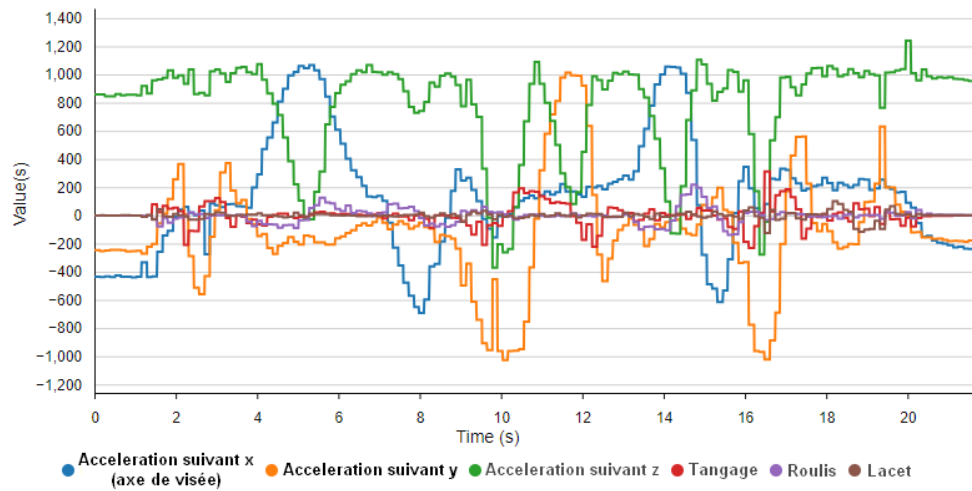
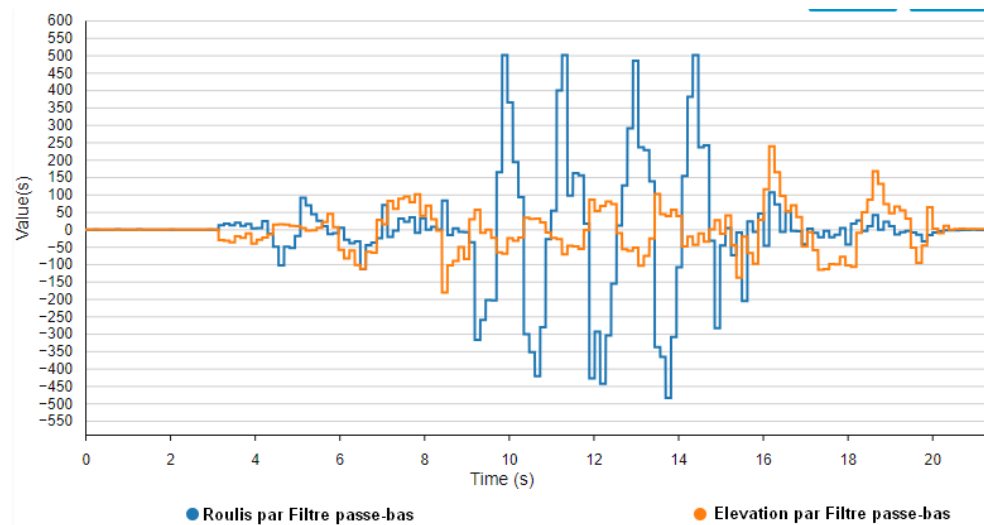


Figure 5.15 *Données de la MPU6050 vues sur CubeMonitor*



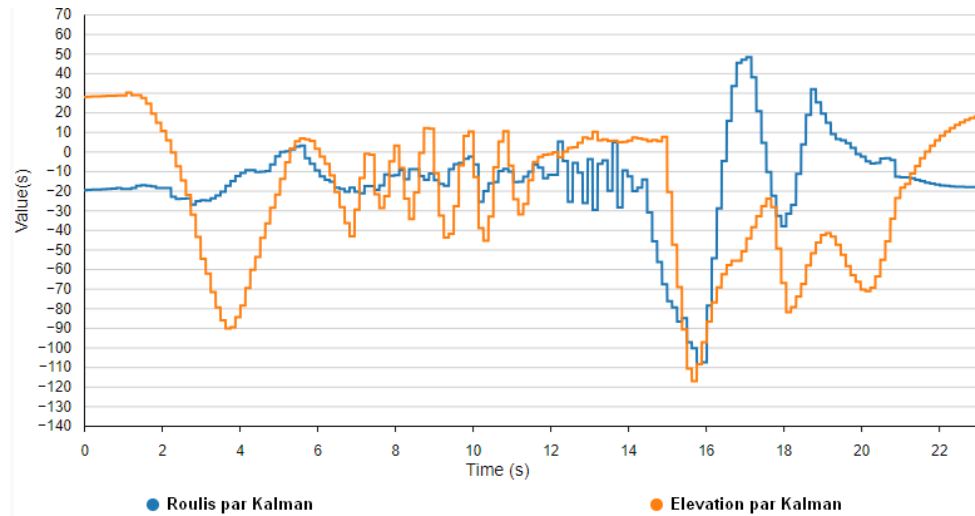


Figure 5.16 *Filtre passe-bas (en haut) et Kalman (en bas) pour des variations d'angles entre 0° et 180°*

Précision	Valeur
Azimut(rms)	$\approx 1^\circ$
Baromètre (rms)	$\approx 0.01mbar$

TABLE 4 – Tableau des résultats de précision pour l'angle azimuthal et la pression

Maintenant que nos données sont récoltées et traitées dans la carte, il suffit de procéder à une transmission UART vers l'interface.

5.2 Interface

Nous avons réalisé une interface en utilisant le langage de balisage XAML sur l'environnement de développement Microsoft Visual Studio. Cette interface a été conçue pour répondre à des exigences spécifiques, ainsi qu'à certaines propositions que nous avons ajoutées, à savoir :

1. Réception et affichage en temps réel des données des capteurs transmises en Wi-Fi.
2. Possibilité d'étalonnage de ces valeurs.
3. Affichage d'une carte avec la position GPS en direct.
4. Affichage d'un graphique de l'évolution de l'altitude en temps réel.
5. Affichage des axes de visée par rapport à l'horizon et à la verticale en direct.
6. Enregistrement des données collectées.

Pour organiser les fonctionnalités de l'interface, nous avons créé trois pages distinctes :

1. Page d'accueil : Cette page permet à l'utilisateur d'allumer ou d'éteindre le système à l'aide d'un bouton marche/arrêt et d'avoir accès à des informations capteurs visuelles.
2. Page d'étalonnage : Cette page est dédiée à l'étalonnage des capteurs. Elle permet de garantir la précision et la fiabilité des données récoltées.
3. Page d'affichage des données : Cette page est conçue pour afficher les données brutes en temps réel. Elle affiche les données de chaque capteur en direct (à savoir 10 par seconde), ce qui permet un suivi détaillé de l'évolution des mesures. C'est derrière cette page qu'il pourrait y avoir une page de traitement qui stockera les données reçues.

Il est important de noter que nous n'avons pas codé le lien entre l'émetteur Wi-Fi présent sur les capteurs et l'interface. Cette partie du projet n'a pas été prise en charge dans le cadre de notre travail.

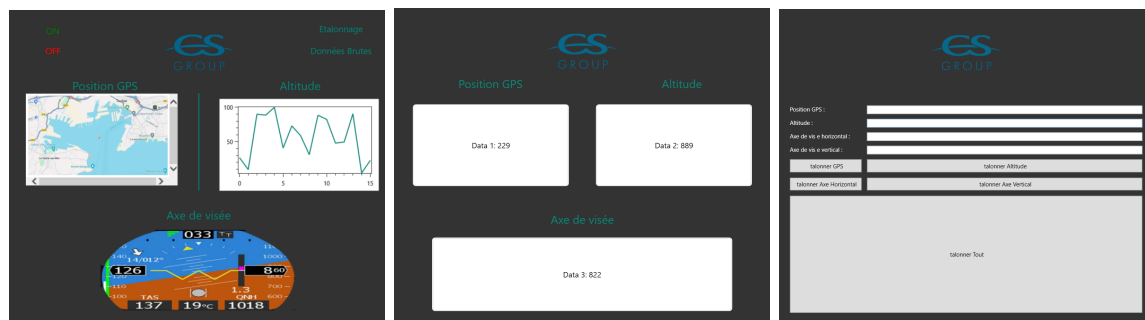


Figure 5.17 Pages de l'interface

En conclusion, l'interface graphique développée en XAML répond aux exigences énoncées. Elle permet de réceptionner, d'étalonner et d'afficher en temps réel les données de capteurs.

5.3 Choix de la batterie

Nous avons considéré deux options pour la batterie : une offrant 24h d'autonomie et une offrant une semaine. Un algorithme Python (en annexe) permet de calculer la capacité en Ah nécessaire en fonction de la durée d'utilisation souhaitée, des puissances et tensions des composants, et de la tension de la batterie. Les calculs sont expliqués dans le document technique. La puissance totale du système est de 2,3 W.

Cas 1 : Autonomie de 24h Avec une tension de 14,5 V, l'énergie totale est de 54,2 Wh, soit une capacité de 3,66 Ah. Nous recommandons le "Bloc batterie rechargeable RS PRO 14,8 V Lithium-Ion 5,2 Ah".

Cas 2 : Autonomie d'une semaine La capacité nécessaire est de 25,62 Ah pour une énergie totale de 380 Wh. Nous proposons la "Batterie au plomb étanche RS PRO 12V 20Ah" qui ne rentre pas dans la boîte. Si le besoin d'autonomie est très grand, il faudra prévoir de brancher le système sur secteur ou un d'alimenter le système avec ce type de batterie via un câble pour ne pas alourdir le système.

5.4 Mécanique

La réalisation du boîtier demande de prendre en compte de nombreux paramètres. Il doit être fait dans un matériau qui résistera durablement à l'environnement marin et qui protégera les composants qui se trouvent à l'intérieur. Son système de fermeture doit garantir l'étanchéité à tout moment et ses systèmes de fixation doivent être facile d'utilisation pour pouvoir attacher et détacher le boîtier rapidement mais doivent aussi garantir la stabilité du boîtier. En effet le boîtier doit être solidaire de la caméra pour pouvoir effectuer des mesures d'angles avec précision. De plus il est nécessaire d'optimiser l'agencement du boîtier.

5.4.1 Système de fixation

Deux types de fixation doivent être prises en compte dans le système : la fixation entre la caméra et le support du boîtier et la fixation entre le support du boîtier et le boîtier.

Fixation support boîtier sur boîtier La fixation du support du boîtier sur le boîtier doit permettre de pouvoir orienter simplement et précisément le boîtier par rapport à la caméra. C'est pourquoi nous utilisons un système semblable à ceux d'une selle de vélo. On utilise pour cela une vis de serrage et deux cylindres qui peuvent s'emboîter. Cette méthode a plusieurs avantages : elle est très facile d'utilisation et permet le montage et le démontage de la tige facilement, elle serre de manière efficace ce qui assure une bonne solidité et elle permet un ajustement précis de la position.

Fixation support boîtier sur caméra Nous avons choisi comme système de fixation, le système de fixation de caméra à sangle. En effet, il permet de s'adapter à toutes formes de support, il est facile à installer, de plus c'est un système léger. Cependant il peut glisser sur des caméras arrondies ou trop petites. Cependant, ce système peut être contraignant car la sangle peut se desserrer au cours du temps, ce qui nécessite une surveillance régulière de ce système. Cela peut être vérifié toutes les 24h lors du changement des batteries.

En revanche, si la sangle qui se desserre est un problème majeur alors il peut exister une solution alternative. Cette solution est un système de fixation avec un collier de serrage. Ce système est similaire au système de fixation de caméra à sangle. Il présente en revanche l'avantage de ne pas se desserrer avec le temps. Il peut cependant être plus difficile de le serrer sur certaines caméras car sa forme est moins adaptable que des sangles.

Il est donc nécessaire de choisir le système de fixation en fonction de nos besoins et de la caméra.

Système de fermeture Le boîtier doit pouvoir s'ouvrir facilement pour avoir un accès rapide aux composants qu'il contient mais doit aussi pouvoir résister aux chocs et aux vibrations, il ne faut pas qu'il puisse s'ouvrir accidentellement. C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser un système de clips de verrouillage sur le même principe que ceux des boîtiers Go-Pro. Ce mode de fermeture est très fiable et très facile d'utilisation. Il a déjà fait ses preuves

sur des caméras tout-terrain et ne s'ouvre pas en cas de chutes ou vibrations. Il garantit de plus l'étanchéité du boîtier. Étant fait d'une matière plastique, il présente de très faibles risques d'oxydation et résiste très bien à l'atmosphère marine ainsi qu'à l'eau salée.

5.4.2 Matériaux utilisés

Pour réaliser le boîtier, nous avons choisi d'utiliser du poly méthacrylate de méthyle acrylique aussi appelé PMMA. Ce matériau possède de très bonnes propriétés pour une utilisation tout terrain et particulièrement en atmosphère marine. Sa durabilité à l'eau salée et aux UV est excellente ainsi que sa durabilité en atmosphère marine. Le boîtier sera amené à être utilisé en haut de mâts de bateau, il est donc nécessaire qu'il ne soit pas trop lourd, le PMMA est parfait pour cet usage puisqu'avec une masse volumique comprise entre $1,17.10^3 kg.m^{-3}$ et $1,2.10^3 kg.m^{-3}$ ce matériau est très léger. Enfin le PMMA est un matériau transparent, cette propriété est très utile pour l'utilisation du GPS qui a besoin d'une vue dégagée du ciel pour une meilleure réception. Pour la fixation métallique, nous avons choisi l'acier inoxydable 316L, offrant un excellent compromis entre résistance à la corrosion et tenue mécanique. Cette option est largement disponible sur le marché. Le 316L a été préféré au 316 pour éviter les problèmes de corrosion liés à la soudure. Les assemblages boulonnés sont à éviter pour prévenir la corrosion. Un joint torique et du graissage seront utilisés pour empêcher toute infiltration d'eau dans les interstices.

5.4.3 Agencement intérieur

Après avoir finalisé la partie mécanique et embarqué, nous nous sommes intéressés à la disposition de nos composants. Pour cela nous nous sommes basés sur les composants choisis, dont les dimensions sont renseignées en Annexe (à mettre). Pour choisir la configuration optimale dans le boîtier, nous avons recensé les contraintes de chaque composant. Ainsi nous avons placé le récepteur GPS en hauteur, de manière à ce qu'il ait une vue dégagée du ciel pour une meilleure réception. Nous devons placer la batterie dans un compartiment à part pour qu'on puisse la prendre rapidement afin de la recharger.

Nous avons fait le choix de mettre l'ensemble des composants à la même hauteur, sur le même étage, afin de faciliter l'accès à chaque composant, en cas de dégradation de ce dernier et donc de remplacement du matériel.

L'agencement intérieur est disposé comme sur la [Fig.5.18]

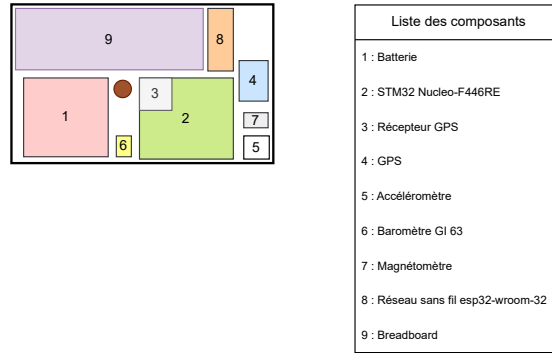


Figure 5.18 *Diagramme du boîtier vue du dessus*

D'autre part, nous devons prendre en compte que pour avoir des données correctes, le baromètre doit mesurer la pression extérieure. C'est pourquoi, pour que la pression intérieure du boîtier évolue comme la pression extérieure, nous avons fait des petits dans le dessous du boîtier.

5.4.4 Modélisation

Nous avons donc réalisé à l'aide d'autodesk une maquette 3D de notre projets, ce qui permet une visualisation détaillée et réaliste de notre solution, facilitant la détection précoce des erreurs lors de la conception. Elle optimise les coûts et le temps en permettant des modifications rapides et efficaces, tout en offrant une grande flexibilité pour tester différents scénarios.

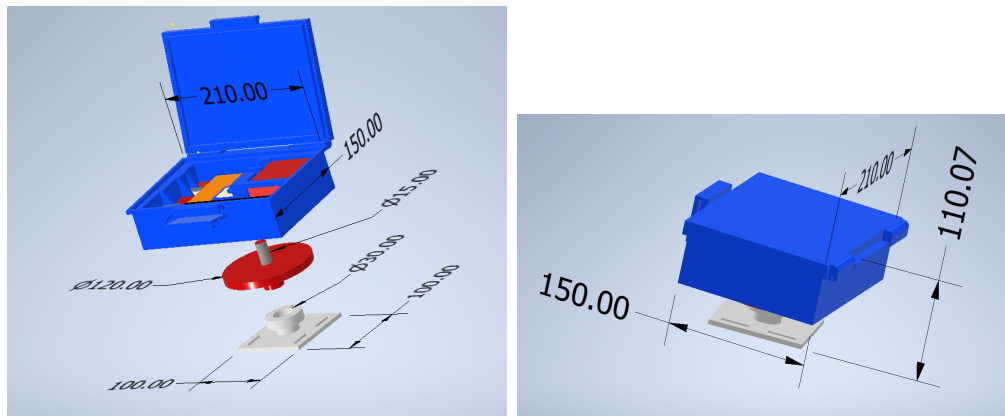


Figure 5.19 *Placement des composants dans le boîtier*

Notre solution finale sera composée de 3 pièces distinctes [Fig. 5.19], représenté par des différentes couleurs (bleu, rouge et gris) il s'agira respectivement du boîtier, de la fixation boîtier, support de caméra et du support caméra.

Lors de sa mise en oeuvre [Fig. 5.19] les dimensions totales de la solution seront les suivantes : 15 cm sur 21 cm pour une hauteur de 11 cm, ce qui nous offre une solution peu encombrante et assez légère au alentour de 1.5 kg contre 2.5 kg pour la solution existante (sunsight).

Le boîtier à été spécialement conçu pour avoir une place dédiée à chaque composant [Fig. 4] avec leur dimension pour éviter la superposition d'élément et au maximum la fixation des éléments avec de la colle pour pouvoir changer les éléments facilement (comme la batterie)

6 Logistique

6.1 Budget

Élément	Prix unitaire (€)	Quantité
MPU6050 (accéléromètre-gyroscope)	5.99	2
NEO6M (GPS)	9.99	1
HMC5883L (magnétomètre)	5.99	1
MS5611 (baromètre)	11.99	1
Breadboard + alimentation + 65 jumpers	8.99	1
120 câbles jumpers	7.99	1
STM32 F446RE	23.40	1
ESP32 Wroom	11.90	1

TABLE 5 – Budget des composants

Le budget total pour l'achat de ces éléments est de 92,22 €. Il convient de noter que l'achat de deux unités de MPU6050 était nécessaire car l'une d'entre elles a été cassée.

Pour la conception du boîtier et du système de fixation, de nombreux matériaux rentrent en jeu. Nous avons estimé pour chaque matériau la quantité nécessaire pour la conception d'un exemplaire du système et le prix associé.

Matériaux	Prix au kilo ($kg.m^{-3}$)	Quantité nécessaire (kg)	Prix (€)
PMMA	1,63	0,592	0,96
Acier inoxydable	2,57	0,27	0,69
Élastomère de silicone	3,58	$2,6.10^{-2}$	0,09

TABLE 6 – Budget des matériaux

À noter que l'acier inoxydable est utilisé pour le socle de fixation sur la caméra mais aussi pour réaliser les tubes entre la caméra et le boîtier.

Pour les autres éléments constituant le boîtier et son système de fixation, il est difficile d'estimer exactement le prix. Cependant, le tableau suivant regroupe les différents éléments et une estimation de leur prix.

Élément	Prix unitaire (€)	Quantité
Collier de serrage	9-12	1
Vis de serrage	8-11	1
Sangle	10	1
Clips de fermeture	6,35	1
Joint d'étanchéité	15	1

TABLE 7 – Budget des composants

Ainsi le coût total de la production du boîtier est estimé à 148,31€.

Alignement sur la Charte des Achats Responsables de CSGROUP

CS GROUP soutient les Dix Principes des Nations Unies à travers le programme United Nations Global Compact, axé sur les droits de l'homme, le travail, l'environnement, et la lutte contre la corruption. Pour la partie logistique, provenance des composants et des matériaux, nous avons donc souhaité nous aligner sur la charte des achats responsables de CS GROUP, en recherchant la provenance.

Composant	Entreprise	Lieu de production principal
Carte de programmation STM32	STMicroelectronics	France (Crolles), Italie (Agrate Brianza, Catane), Malte, Singapour, Chine
MPU6050 (accéléromètre-gyroscope)	InvenSense (TDK)	Japon, Chine, États-Unis (Californie)
NEO6M (module GPS)	u-blox	Suisse, Italie, Finlande, Chine, Taïwan
HMC5883L (magnétomètre)	Honeywell	États-Unis, République Tchèque, Mexique, Chine
MS5611 (baromètre)	TE Connectivity	Suisse
STM32 F446RE	STMicroelectronics	France (Crolles), Italie (Agrate Brianza, Catane), Malte, Singapour, Chine
ESP32 Wroom (module Wi-Fi)	Espressif Systems	Chine (Shanghai)

TABLE 8 – Choix des composants

Pour garantir un respect du code du travail et un minimum de respect environnemental, nous proposons une alternative (en dossier technique) avec des capteurs uniquement construits par des entreprises européennes. Ces alternatives aux capteurs d'entreprises non européennes permettent de réduire la dépendance à d'autres pays tout en garantissant des pratiques de travail et environnementales responsables. Cependant, il est important de noter que les usines de production sont souvent situées en Asie.

7 Difficultés rencontrées

Au cours de ce projet, nous avons été confrontés à de nombreuses difficultés. Heureusement, la plupart d'entre elles ont été surmontées grâce à l'aide des utilisateurs du forum communautaire de STMicroelectronics.

Des problèmes de branchements ont causés la destruction de deux MPU6050 ainsi que de notre magnétomètre.

L'utilisation du GPS avec la STM32 s'est également avérée complexe. Il nous a fallu du temps pour comprendre comment configurer correctement les broches du microcontrôleur afin de permettre la réception et la transmission UART. Une fois ce problème résolu, un autre est survenu, cette fois-ci au niveau du programme. En effet, nous n'avions pas alloué suffisamment de mémoire pour recevoir le message GPS, ce qui nous empêchait de le traiter correctement.

Enfin, la mise en série de tous les capteurs a posé problème, car ils ne fonctionnaient pas ensemble de manière satisfaisante. La solution à ce problème, décrite dans le rapport, est loin d'être évidente et nécessite une compréhension approfondie du protocole I2C et des circuits électriques.

8 Conclusion

En conclusion, notre solution est un projet qui nécessite la prise en compte de nombreux paramètres dont certains que nous n'avions pas initialement anticipés. Avec l'aide de certains des professeurs référents ainsi que des utilisateurs du forum communautaire de STelectronics nous avons tout de même pu proposer une maquette fonctionnelle de notre outil.

Bien que celui-ci ne puisse pas dans l'état actuel remplir sa mission dans les conditions définies au début du projet, nos choix de conception assurent une base solide pour les ajouts à réaliser (filtre de Kalman étendu, interface...). Nous sommes confiants quant à la capacité de ce système à être déployé après de légères améliorations.

Nous tenons à remercier sincèrement CS Group de nous avoir fait confiance et de nous avoir offert l'opportunité de travailler sur ce projet dans lequel nous avons pu apprendre énormément de choses et ce, dans tous les domaines.

Glossaire

UART

L'UART est une liaison série permettant l'envoi et la réception de données.

I2C

L'I2C est un bus sur lequel il est possible de connecter divers équipements en tant que "maître" ou "esclave".

La connexion est réalisée par l'intermédiaire de deux lignes :

SDA (Serial Data Line) : ligne de données bidirectionnelle
SCL (Serial Clock Line) : ligne d'horloge de synchronisation bidirectionnelle.

XAML

XAML est un langage de programmation "eXtensible Application Markup Language" descriptif utilisé pour les interfaces WPF.

Filtre de Kalman

Le filtre de Kalman est un algorithme permettant de réduire le bruit des mesures qu'il reçoit en entrée en faisant appel à la dynamique de la cible étudiée qui définit son évolution dans le temps.

Filtre de Kalman Etendu

Le filtre de Kalman étendu est un algorithme qui se base sur le filtre de Kalman, mais cette fois s'utilisant exclusivement si les équations dynamiques étudiées sont non linéaires.

Merci de se référer à [\[11\]](#) et [\[12\]](#) pour plus de détails, ainsi qu'à notre document technique pour plus d'informations sur l'implémentation dans notre maquette.

Références

- [1] SunSight DataSheet. <https://www.sunsight.com>.
- [2] Ripley Antenna Alignment Tools. <https://www.ripley-tools.com/align/>.
- [3] DeviAligner. <https://www.geo-instruments.com/wp-content/uploads/GEO-DeviAligner.pdf>.
- [4] Wikipedia AHRS. https://fr.wikipedia.org/wiki/Attitude_and_Heading_Reference_System.
- [5] STM32 Nucleo-F446RE DataBrief. <https://www.st.com/en/evaluation-tools/nucleo-f446re.html>.
- [6] MPU6050 DataSheet. <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-Datasheet1.pdf>.
- [7] MC5883L DataSheet. <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/428790/HONEYWELL/HMC5883L.html>.
- [8] MS5611 DataSheet. <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/880802/TEC/MS5611-01BA03.html>.
- [9] U-blox Neo-8. [https://x9gps.com/Tools/LT30TM/UBLOX_IntGPS/NEO-M8N-FW3_HIM\(UBX-15029985\).pdf](https://x9gps.com/Tools/LT30TM/UBLOX_IntGPS/NEO-M8N-FW3_HIM(UBX-15029985).pdf).
- [10] U-blox Neo-6M. https://content.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet
- [11] Filtre de Kalman Wikipédia. https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre_de_Kalman.
- [12] Filtre de Kalman Cours. https://www.ensta-bretagne.fr/jaulin/poly_kalman.pdf.

Annexes

8.1 Annexe 1 : Diagramme FAST

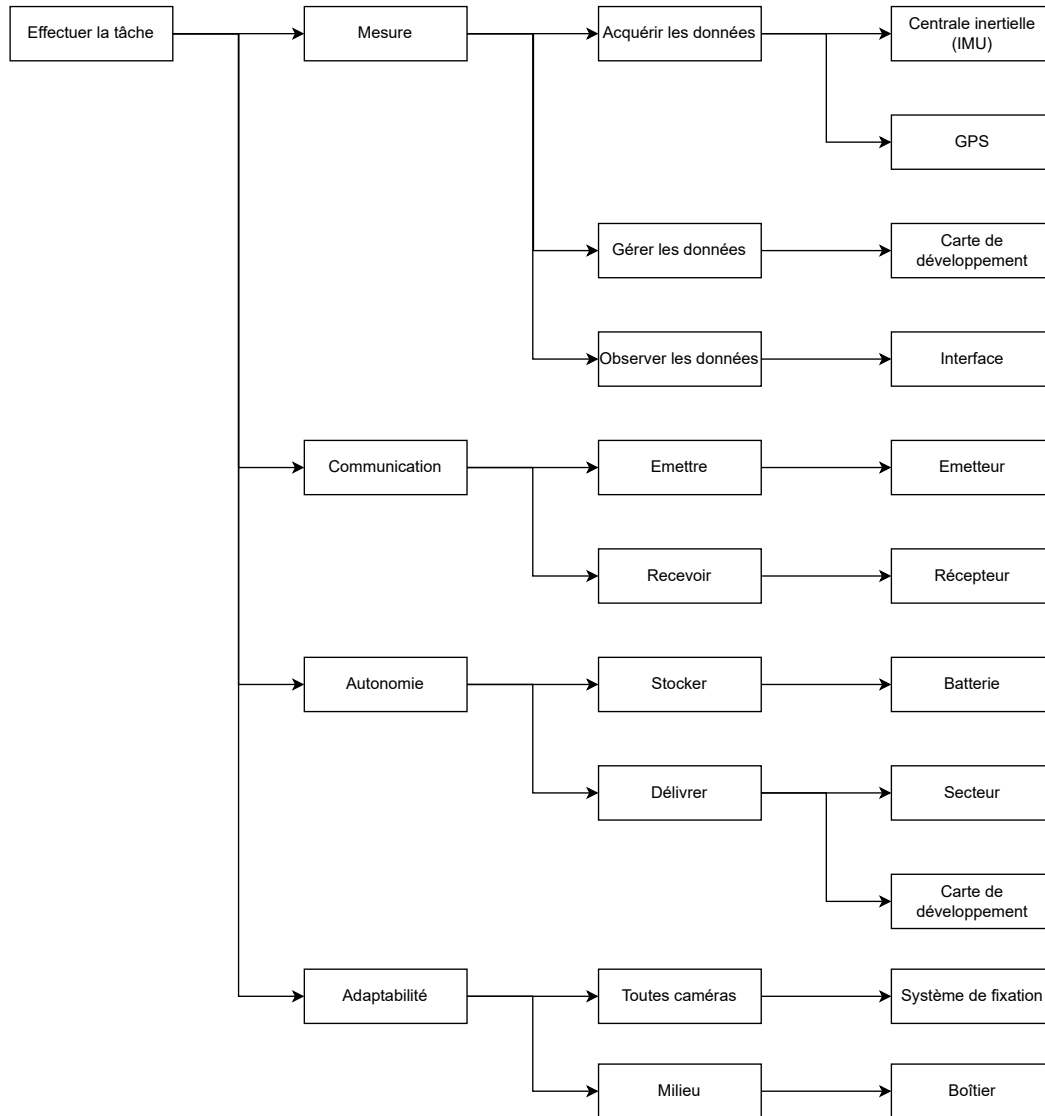


Figure 8.1 *Diagramme FAST*

8.2 Annexe 2 : Programme



Figure 8.2 *Accès au code via Github*

8.3 Annexe 3 : Algorithme de calcul de capacité

```
1 # Tension de la batterie en volts
2 tension_batterie = 14.8
3
4 # Tensions d'alimentation des composants en volts
5 tension1 = 3.3
6 tension2 = 5
7
8 # Consommation de chaque composant en amp res
9 consommation_smt32 = 120e-3
10 consommation_accelero = 39e-3
11 consommation_gps = 200e-3
12 consommation_wifi = 240e-3
13 #https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/
    esp32_datasheet_en.pdf
14 consommation_magneto = 1e-3
15 consommation_baro = 1e-3
16
17 # Dur e de fonctionnement en heures
18 duree_fonctionnement = 168
19
20
21 # Fonctions
22 def calcul_puissance_totale(tension, *consommations):
23     """Calcule la puissance totale partir de la tension et des
        consommations des composants. L'etoile * permet de mettre autant de
        parametre consommation que l'on veut"""
24     return tension * sum(consommations)
25
26 def calcul_energie_totale(puissance, duree):
27     """Calcule l' nergie totale n cessaire partir de la puissance
        totale et de la dur e de fonctionnement."""
28     return puissance * duree
29
30 def calcul_capacite_batterie(energie_totale, tension):
31     """Calcule la capacit e de la batterie n cessaire partir de l'
        nergie totale et de la tension de la batterie."""
```

```

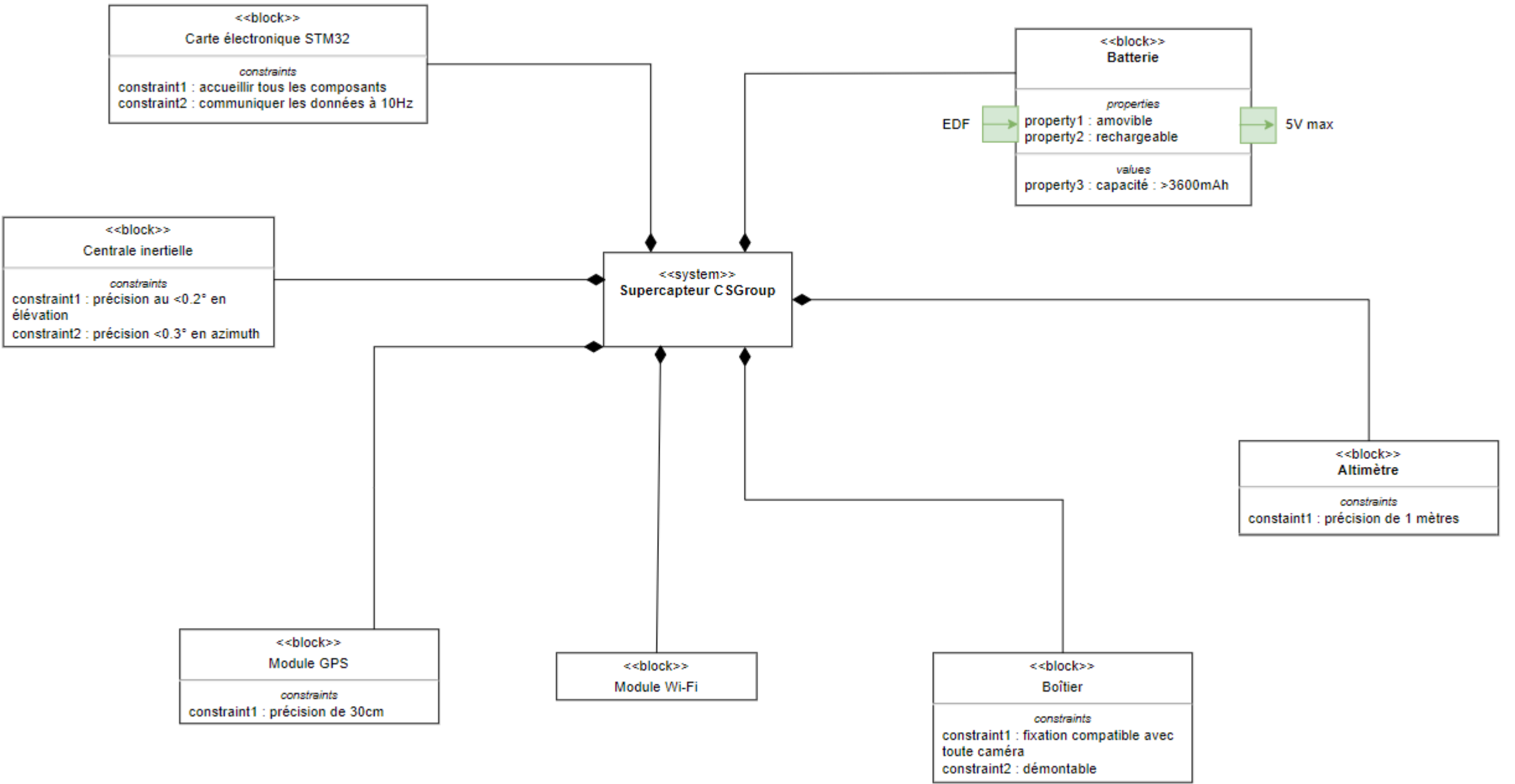
32     return energie_totale / tension
33
34 # Calcul de la puissance totale pour chaque tension d'alimentation
35 puissance_tension1 = calcul_puissance_totale(tension1, consommation_gps,
    consommation_wifi)
36 puissance_tension2 = calcul_puissance_totale(tension2, consommation_smt32,
    consommation_accelero, consommation_magneto, consommation_baro)
37
38 # Calcul de la puissance totale du syst me
39 puissance_totale = puissance_tension1 + puissance_tension2
40
41 # Calcul de l'nergie totale n cessaire
42 energie_totale = calcul_energie_totale(puissance_totale,
    duree_fonctionnement)
43
44 # Calcul de la capacit de la batterie n cessaire
45 capacite_batterie = calcul_capacite_batterie(energie_totale,
    tension_batterie)
46
47 # Affichage des r sultats
48 print("Puissance totale :", puissance_totale, "W")
49 print("nergie totale :", energie_totale, "Wh")
50 print("Capacit de la batterie n cessaire :", capacite_batterie, "Ah")
51
52 #Si l'on veut autonomie de 24h,

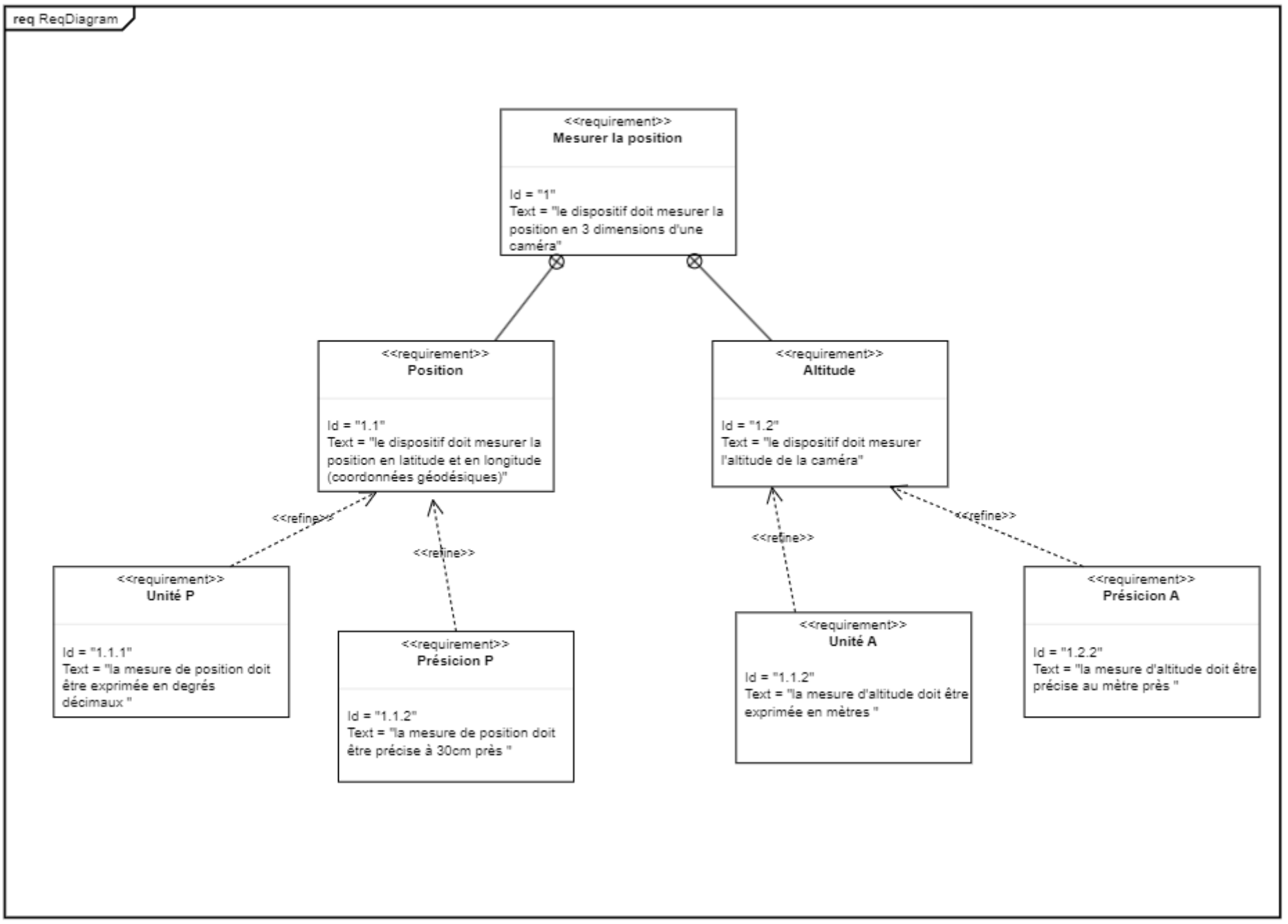
```

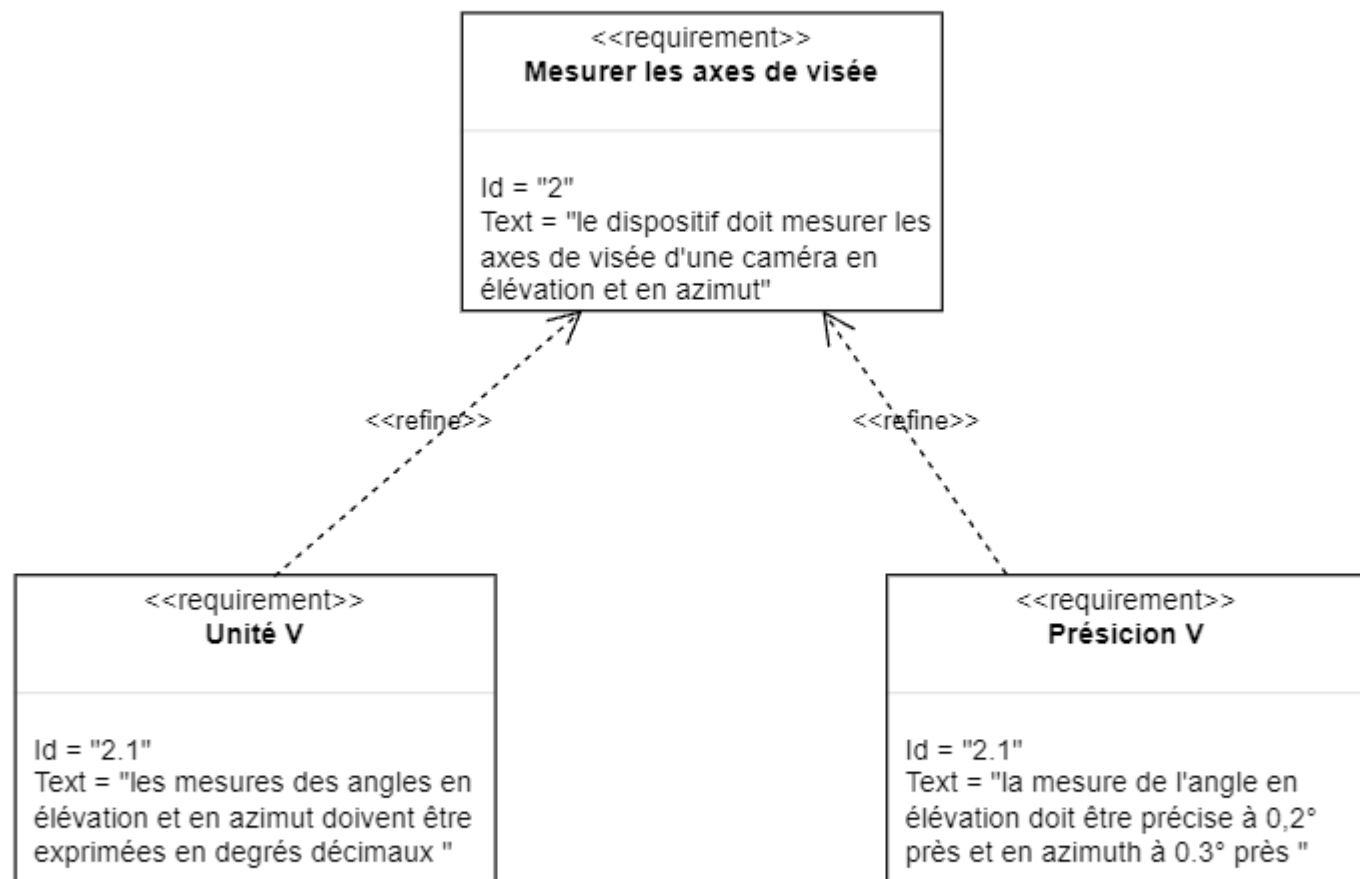
8.4 Autres Annexes

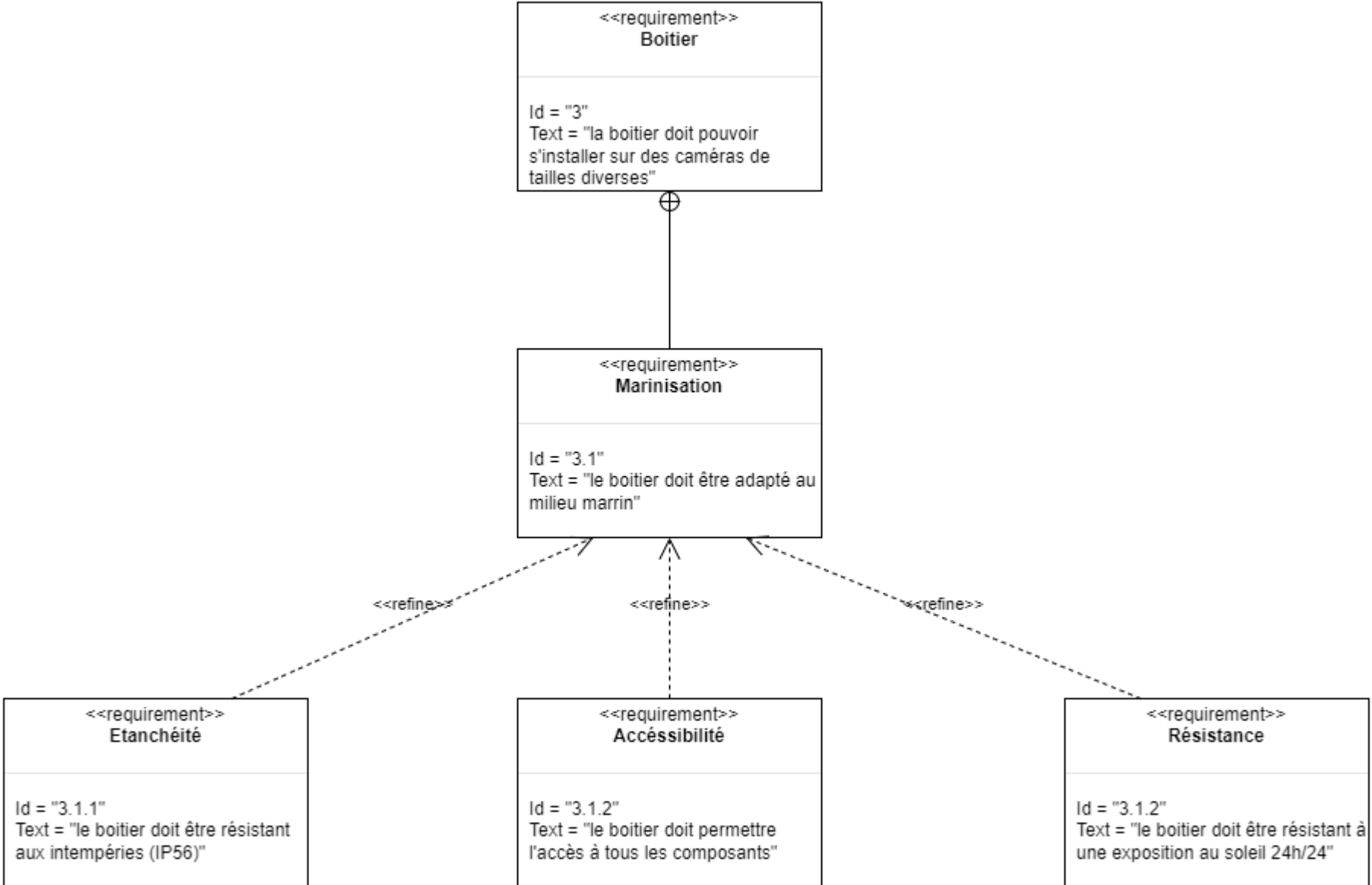
D'autres documents sont annexes du compte-rendu :

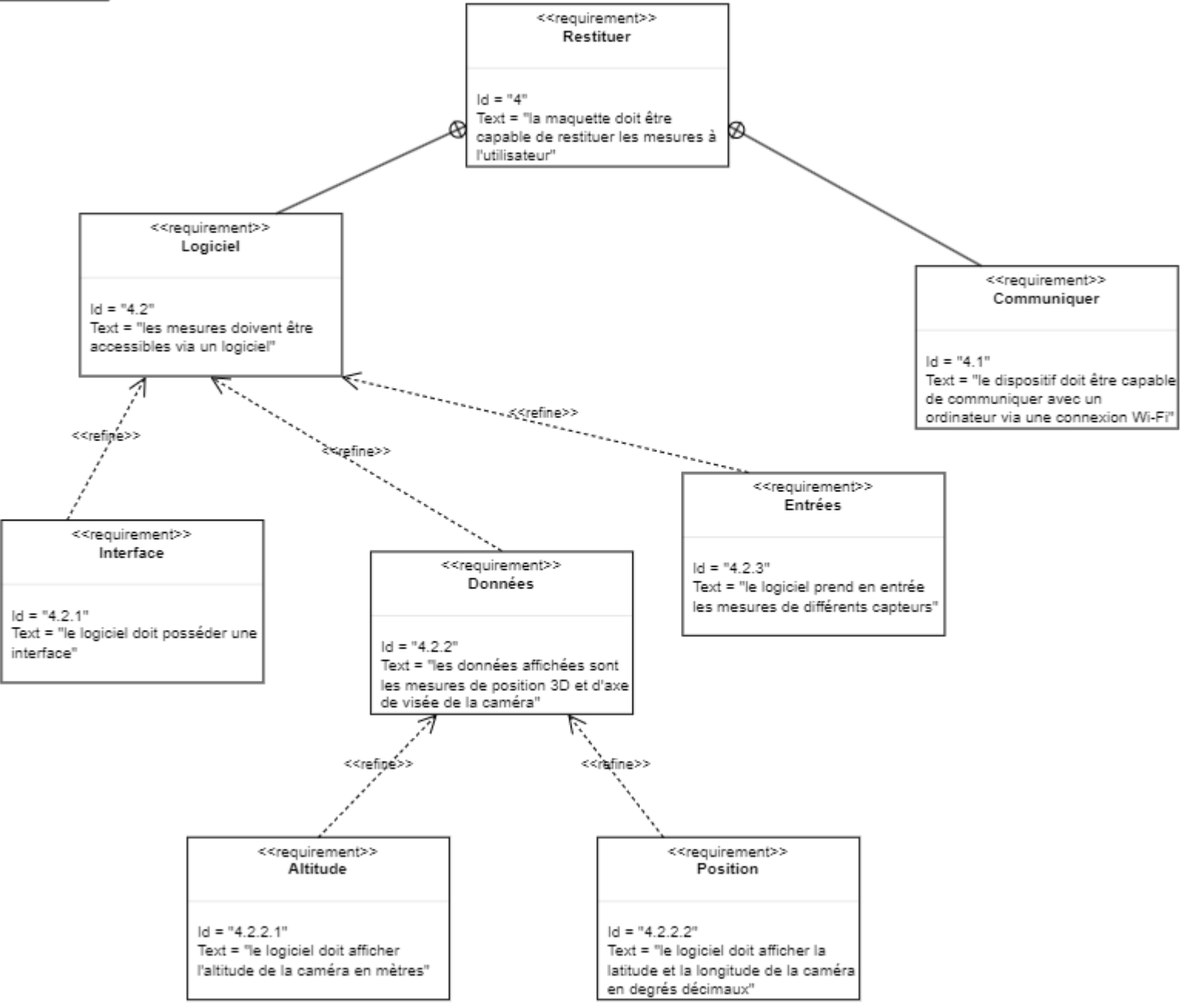
- Diagrammes SysML
- Notice Utilisateur
- Document gestion de projet
- Document Technique
- Document Tests
- Tableau de bord final













Projet de 1ère Année

Équipe n°3

Document tests

Outil de Mesure Pour Caméra Embarquée

BIECHE Matys, DE OLIVEIRA Angelo, DEVANNE Corentin, GAILLARD Julien,
GORNOVA Arina, LETISSIER Klara, MAJESTE Lou, ROULOT Achille, TCHUNG FO
CHONG Manarii, VIMONT Gautier

Enseignants référents :

M.TEDESCHI, M.PIAZZOLA, M.LACROIX, Mme.MINGHELLI, Mme.RIVERS

SeaTech Toulon
Université de Toulon campus de La Garde

Résumé

Ce document fait état des tests à effectuer sur un boîtier de protection de matériel électronique et son système de fixation dans des conditions littorales ou marines, ainsi que sur les composants électroniques et les différents capteurs de notre système. Ces tests se basent principalement sur les certifications CEI 60068 et CEI 60529 de la Commission Électrotechnique Internationale. Les composants internes du système seront quant à eux testés de façon unitaire et pour les capteurs, comparés à des données fiables par calcul de l'erreur quadratique moyenne (REQM).

Mots-clés :

- Boîtier de protection
- Système de fixation
- Marinisation
- Test unitaire
- Erreur quadratique moyenne

Abstract

This document reports on tests to be carried out on a protective housing for electronic components and its fastening device in a coastal or marine environment, along with the electronical components and the several sensors of our system. Those tests are mainly based on IEC 60068 and IEC 60529 certifications from the International Electrotechnical Commission. The internal components are going to undergo unit tests and in particular, the sensors' data will be compared to reliable measuring report with the root-mean-square error (RMSE) calculus method.

Table des matières

1	Introduction	3
2	Tests circuit	3
3	Tests capteurs	3
3.1	Mesure de pression	4
3.2	Mesure d’angle azimutal	4
3.3	Mesure du Nord magnétique	4
4	Tests boîtier - système de fixation	4
4.1	Etanchéité	4
4.1.1	Test de poussière	4
4.1.2	Test d’immersion	4
4.2	Environnement salin et corrosion	4
4.3	Température	6
4.4	Ultra-violets	7
4.5	Résistance au vent	7
4.6	Electromagnétisme	8
4.7	Vibrations	8
5	Conclusion	8

1 Introduction

Les activités nautiques connaissent un essor important sur les littoraux, et les réglementations ne cessent de s'y adapter pour permettre à tous de cohabiter. Une surveillance de ces zones est donc nécessaire pour veiller au respect des lois en vigueur.

Dans le cadre du projet de 1^{re} année de l'école d'ingénieur SeaTech Toulon, en partenariat avec l'entreprise CS Group, nous cherchons à développer un système de surveillance. La caméra étant fournie par l'entreprise, notre sujet porte tout particulièrement sur la conception d'un système de calcul de position et position angulaire afin de situer la caméra de surveillance dans l'espace. Cela lui permettra de déduire les emplacements et vitesses de ses cibles et ainsi de détecter les comportements à risques.

D'une part, les composants internes doivent être testés pour s'assurer que le circuit électrique ne présente aucun risque. Le système étant supposé renvoyer en sortie des données de position et position angulaire, on veut également vérifier la fiabilité de ces données. On y trouve :

- Mesure de pression
- Mesure d'angle azimutal
- Mesure du Nord magnétique

D'autre part, nous avons dû concevoir un boîtier protégeant l'ensemble de ces composants électroniques étant donné l'environnement dans lequel leur utilisation est prévue. Ce boîtier doit répondre à des critères bien particuliers qui sont :

- Etanchéité
- Résistance en environnement salin
- Résistance à la montée en température
- Résistance aux UV

Nous avons imposé d'autres critères étant donné l'utilisation que nous visons pour notre boîtier. En effet, le cahier des charges fourni par l'entreprise CS Group spécifiait une facilité de transport et un système de fixation à la caméra dont ils disposent. Le système de fixation doit donc lui aussi être testé. De plus, le boîtier doit pouvoir communiquer avec un réseau sans fil pour récupérer les données facilement, donc ne pas bloquer les signaux.

- Résistance au vent
- Résistance aux vibrations
- Résistance à l'électromagnétisme

Les normes spécifiées par la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) serviront de support principal pour mener à bien les tests et vérifier la conformité de notre système, mais il est tout à fait possible de se référer à des normes différentes.

2 Tests circuit

De manière générale, un circuit électrique présente des risques tant pour les opérateurs que pour les équipements. Ils sont nombreux et nécessitent qu'on y porte une attention particulière.

Dans notre cas, il s'agira surtout de vérifier que le voltage soit compris dans une plage de valeurs allant de 3,3V à 5V. En effet, les différents composants sélectionnés ont tous une tension nominale qu'il faut respecter sous peine de les endommager et nuire au bon fonctionnement de l'ensemble.

3 Tests capteurs

Pour tous les différents capteurs, on doit d'abord s'assurer que les fonctions qui les appellent se mettent en marche, ce qui a été réalisé simplement grâce au positionnement d'une LED dans le circuit. Il s'agit ensuite d'évaluer leur fiabilité. Pour chacun d'eux, cela se fait par le biais de fonctions unitaires. Nous allons donc tester chaque capteur individuellement et ce, en utilisant la méthode de la racine de l'erreur quadratique moyenne. Cette méthode

est fréquemment utilisée pour évaluer les écarts entre des valeurs provenant d'un modèle de prédiction et les valeurs réelles, et repose sur la formule suivante :

$$REQM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

où n est la taille des échantillons de données, $\hat{y}_i$ la $i - me$ valeur du caractère prédit, y_i la $i - me$ valeur du caractère réel.

3.1 Mesure de pression

Pour les mesures de pression, les données obtenues en sortie peuvent être comparées aux relevés barométriques météo.

3.2 Mesure d'angle azimutal

Pour les mesures d'angle azimutal, les valeurs réelles sont repérées à l'aide d'une équerre et d'un pointeur solidaire du capteur.

3.3 Mesure du Nord magnétique

Pour la mesure du Nord magnétique, il s'agira simplement d'utiliser une boussole pour comparer les directions données par celle-ci et le capteur.

4 Tests boîtier - système de fixation

4.1 Etanchéité

Les tests réalisés pour déterminer le degré d'étanchéité sont décrits par la norme CEI 60529. La certification prend ensuite la forme suivante : IPXX puisqu'elle se base sur deux critères. Le premier X (resp. le deuxième) indique le niveau de protection contre les solides (resp. contre l'intrusion de l'eau). Nous avons choisi, dans le cas de notre boîtier, une certification IP67, qui correspond à un niveau de protection contre les poussières maximal, et une protection contre les effets de l'immersion jusqu'à 1 mètre de profondeur pendant 30 minutes.

4.1.1 Test de poussière

La procédure du test pour la protection contre les solides est la suivante, et peut varier selon le niveau choisi :

- Le produit est placé dans une chambre de poussière où la poussière de talc (particules très fines) est utilisée.
- Une pression négative (souvent de 20 mbar) est appliquée pour aspirer l'air du boîtier, encourageant ainsi la poussière à pénétrer si le boîtier n'est pas correctement scellé.
- Après 8 heures, l'échantillon est examiné pour vérifier l'absence de poussière à l'intérieur.

4.1.2 Test d'immersion

Quant au test contre l'intrusion de l'eau, il est décrit ci-dessous pour un niveau 7 mais une fois encore, la procédure peut varier avec le niveau de protection que l'on souhaite avoir.

- Le produit est immergé lentement dans un réservoir d'eau pour éviter la création de bulles d'air sur la surface du boîtier.
- La profondeur d'immersion est mesurée depuis le bas de l'appareil et doit être de 1 mètre.
- Après 30 minutes, le produit est retiré de l'eau et examiné pour s'assurer qu'aucune infiltration d'eau n'a eu lieu à l'intérieur du boîtier.

4.2 Environnement salin et corrosion

Il existe deux normes principales concernant la résistance à la corrosion face au brouillard salin : CEI 60068-2-11 ou CEI 60068-2-52. La différence est que la seconde met l'accent sur l'aspect cyclique de l'exposition, mais les procédures restent semblables. Une norme internationale souvent utilisée conjointement avec ou en complément des normes CEI est la norme ISO. En particulier la norme ISO 9227 semble pertinente pour évaluer la résistance à la corrosion en brouillard salin mais elle détaille des procédures similaires pour évaluer la résistance à la corrosion par brouillard salin.

Procédure CEI 60068-2-11

- Préparation de la Solution Saline :
Une solution de chlorure de sodium (NaCl) est préparée à une concentration de 5% en poids, dissoute dans de l'eau déminéralisée ou distillée.
- Chambre de Brouillard Salin :
Les échantillons sont placés dans une chambre spécialement conçue pour les tests de brouillard salin. La solution saline est pulvérisée de manière uniforme à l'intérieur de la chambre pour créer un environnement de brouillard salin.
- Conditions de Test :
 - Température : Maintenue à $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
 - Durée : Déterminée en fonction des exigences spécifiques (couramment 24, 48, 96, 240 heures ou plus).
- Post-Exposition :
 - Après la durée d'exposition définie, les échantillons sont retirés de la chambre et rincés délicatement à l'eau déminéralisée pour éliminer les résidus de sel.
 - Les échantillons sont séchés et inspectés visuellement et/ou au moyen de mesures pour évaluer l'étendue de la corrosion.

La norme CEI 60068-2-52 se focalise sur des cycles de haute humidité et de séchage ce qui reflète mieux les conditions d'exposition typiques dans les environnements marins et côtiers.

Procédure CEI 60068-2-52

- Matériel nécessaire
 - Chambre de brouillard salin : Équipée pour pulvériser une solution saline contrôlée.
 - Solution saline : Une solution de chlorure de sodium (NaCl) à 5% en poids.
 - Équipements de contrôle de température et d'humidité : Pour maintenir les conditions spécifiées de température et d'humidité relative.
- Préparation de la Solution Saline
 - Dissoudre 5% en poids de chlorure de sodium dans de l'eau déminéralisée ou distillée pour préparer la solution saline.
- Préparation des Échantillons
 - Les échantillons doivent être propres et exempts de toute contamination qui pourrait affecter les résultats des essais.
 - Fixer les échantillons dans la chambre de manière à exposer toutes les surfaces de manière uniforme au brouillard salin.
- Procédure de Test
 - La procédure de test CEI 60068-2-52 consiste en une série de cycles de test qui alternent entre exposition au brouillard salin, stockage humide et séchage. Voici les étapes pour un cycle :
 - * Phase de Brouillard Salin
Température : $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
Durée : 2 heures.
Conditions : Les échantillons sont exposés à un brouillard salin généré par la pulvérisation de la solution saline.
 - * Phase de Séchage
Température : $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
Humidité relative : $50\% \pm 5\%$.
Durée : 22 heures.
Conditions : Les échantillons sont maintenus dans une atmosphère contrôlée sans brouillard salin.
- Nombre de Cycles
Le nombre de cycles dépend des exigences spécifiques du test. Généralement, les tests incluent plusieurs cycles pour simuler des périodes prolongées d'exposition à des conditions marines.

- Évaluation des Résultats
 - Inspection Visuelle
Après la période de test, les échantillons sont rincés à l'eau déminéralisée et séchés. Inspecter visuellement les échantillons pour détecter la présence de corrosion, de piqûres, de délaminage ou toute autre dégradation de la surface.
 - Mesures et Analyses
Si nécessaire, effectuer des mesures de profondeur de corrosion, de perte de masse ou d'autres paramètres spécifiques à l'application du produit.
- Rapport de Test
Le rapport de test doit inclure les informations suivantes :
 - Description des échantillons testés.
 - Détails des conditions de test (concentration de la solution saline, température, humidité, durée des phases, nombre de cycles).
 - Résultats des inspections visuelles et des mesures.
 - Conclusions sur la résistance à la corrosion des échantillons testés.

4.3 Température

Pour les tests de résistance en température, la norme la plus adaptée à notre cas d'utilisation est la norme CEI 60068-2-30. En effet, elle spécifie les méthodes d'essai visant à évaluer la capacité des composants à résister à des conditions cycliques de chaleur humide. Ces tests simulent des environnements réels où des fluctuations de température et d'humidité peuvent se produire, entraînant des effets tels que la condensation de l'eau.

- Équipement de test
Les essais sont effectués dans une **chambre climatique** capable de contrôler précisément la température et l'humidité relative. Cette chambre doit pouvoir créer et maintenir des conditions de chaleur humide cycliques.
- Procédure de test
La procédure de test standard est généralement réalisée sur plusieurs cycles de 24 heures. Elle peut inclure plusieurs cycles consécutifs, typiquement de 2 à 6 cycles, en fonction des spécifications du produit et des conditions d'utilisation prévues. Chaque cycle est composé de quatre phases :
 - Phase de montée en température et humidité
Température : Augmentation progressive jusqu'à $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
Humidité Relative : Humidification progressive jusqu'à atteindre $95\% \pm 3\%$.
Durée : La montée en température et en humidité doit se faire de manière contrôlée pour atteindre les conditions spécifiées.
 - Phase de maintien à haute température et humidité
Température : Maintien constant à $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
Humidité Relative : Maintien constant à $95\% \pm 3\%$.
Durée : 10 à 12 heures.
 - Phase de descente en température et humidité
Température : Réduction progressive jusqu'à $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.
Humidité Relative : Réduction progressive de l'humidité relative, sans descendre en dessous de 90%.
Durée : La descente en température et en humidité doit se faire de manière contrôlée pour éviter des gradients thermiques trop importants.
 - Phase de maintien à basse température et humidité
Température : Maintien constant à $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.
Humidité Relative : Maintien constant à $95\% \pm 3\%$.
Durée : Environ 12 heures.
- Analyse des résultats
 - Inspection visuelle
Après les essais, les échantillons sont inspectés pour détecter tout signe de :
 - Corrosion
 - Déformation
 - Fissures
 - Détérioration des matériaux
 - Condensation interne

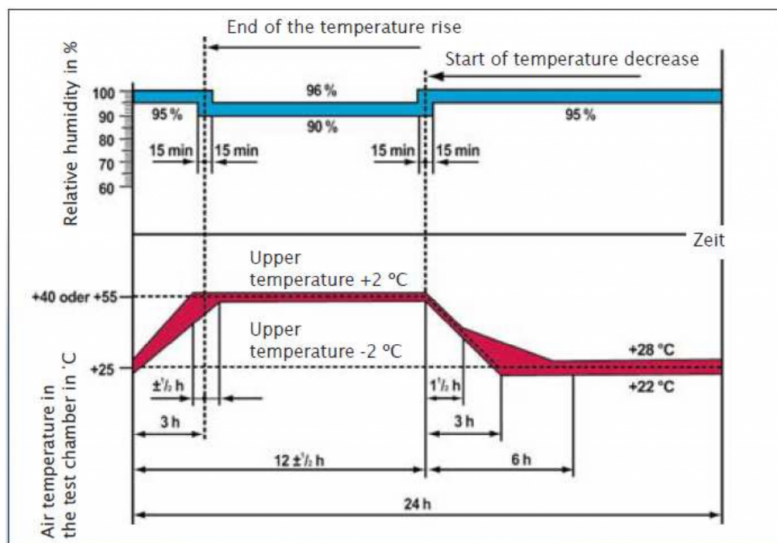


FIGURE 1 : Profils de température et d'humidité pour un cycle de test à la résistance à la température

- Tests fonctionnels
 Les composants électroniques doivent être testés pour leur fonctionnalité après exposition aux cycles de chaleur humide. Cela inclut :
 - Vérification de l'intégrité des circuits et des connexions.
 - Mesure des caractéristiques électriques pour s'assurer qu'il n'y a pas de dégradation significative.
 - Tests de performance globale pour vérifier le bon fonctionnement des composants.

4.4 Ultra-violets

La norme spécifique est la CEI 60068-2-5. La démarche consiste à simuler le spectre solaire et d'y exposer les matériaux afin de déterminer leur durabilité et leur performance sous une exposition prolongée à la lumière du jour.

Procédure

- Les échantillons sont exposés à une source de lumière UV simulant le spectre solaire.
- La durée de l'exposition et l'intensité de la radiation sont spécifiées pour simuler les conditions d'exposition prolongée.
- Les paramètres de test incluent la température, l'humidité, et le cycle d'exposition.

Les matériaux utilisés étant déjà caractérisés, répertoriés sur la base de données Granta et sélectionnés depuis celle-ci au vu de leurs performances, ce test peut ne pas être réalisé, à l'inverse du test d'étanchéité par exemple puisque ce dernier met à l'épreuve non pas le matériau en lui-même mais la forme et les joints employés notamment.

4.5 Résistance au vent

Malheureusement, il n'existe pas de certification CEI spécifique à la résistance au vent des fixations. Il est cependant possible de se référer à d'autres normes comme la ASTM E330/E330M pour effectuer nos tests de résistance au vent. Bien que cette norme concerne principalement les fenêtres et les murs rideaux, elle peut être adaptée pour tester les fixations et les ancrages sous des charges de vent simulées.

La procédure générale consiste à tester les fixations en simulant les charges de vent par différence de pression statique uniforme. La pression appliquée peut varier, être positive comme négative pour simuler différentes vitesses et des changements de direction du vent. On peut également réaliser des tests cycliques.

Par ailleurs, ces tests sont aussi réalisables en soufflerie.

Pendant toute la durée du test, les déformations et déplacements des échantillons sont mesurés et enregistrés.

4.6 Electromagnétisme

Le critère sur l'électromagnétisme réside dans la capacité du boîtier à ne pas bloquer les transmissions du réseau sans fil prévu pour communiquer les informations récoltées. Le choix des matériaux s'est donc encore une fois fait en fonction de cela. Le PMMA ayant été retenu comme matériau de fabrication principal pour notre boîtier, nous pouvons affirmer que le critère sera satisfait.

4.7 Vibrations

Dans un contexte de surveillance où le dispositif caméra-boîtier serait positionné sur la terre ferme, ce critère ne serait que très peu pertinent. Néanmoins, nous avons envisagé le cas où le dispositif serait embarqué à bord d'un bateau et auquel cas, le système serait soumis à des vibrations qui doivent être prises en compte.

Il existe plusieurs certifications selon le type de vibration. La certification CEI 60068-2-6 correspond à des vibrations sinusoïdales, la CEI 60068-2-27 aux chocs et la CEI 60068-2-64 à des vibrations aléatoires. Nous nous intéresserons tout particulièrement aux cas de vibrations sinusoïdales et aléatoires, qui simulent mieux les conditions en mer, mais la procédure générale est la même quelque soit le type de vibrations choisi.

- Préparation des échantillons
Les échantillons doivent être représentatifs des matériaux ou des produits finis et doivent être préparés et montés de manière à simuler les conditions d'utilisation réelles.
- Configuration de l'essai
Les échantillons sont fixés sur une table vibrante capable de générer des vibrations sinusoïdales, aléatoires. La fixation doit être sécurisée pour éviter tout mouvement non souhaité pendant le test.
Il est possible de répéter le test en modifiant l'orientation de l'échantillon par rapport à la table.
- Paramètres des vibrations
 - Gamme de fréquences Généralement, les vibrations doivent couvrir une gamme de fréquences de 10 Hz à 500 Hz, mais cela peut varier selon les exigences spécifiques.
 - Amplitude et accélération
 - Durée et cycles d'essai
 - Évaluation post-exposition A la fin du test, les échantillons sont inspectés pour détecter tout dommage physique. Les propriétés mécaniques et électriques des échantillons sont mesurées pour vérifier s'il y a eu des changements par rapport à l'état initial.

5 Conclusion

Ainsi, les tests présentés dans ce document permettent de s'assurer des performances attendues pour notre boîtier de protection pour composants électroniques en environnement côtier ou marin, des fixations, et des composants internes. Mais il est possible de se référer à d'autres normes pour vérifier ses performances comme vu dans la partie sur la résistance au vent par exemple.

Pour la majorité des tests cités, il est possible et même conseillé de contacter un laboratoire qui dispose des infrastructures et dispositifs de tests appropriés.



Projet de 1ère Année

Équipe n°3

Résumé Gestion de projet et organisation

Outil de Mesure Pour Caméra Embarquée

BIECHE Matys, DE OLIVEIRA Angelo, DEVANNE Corentin, GAILLARD Julien,
GORNOVA Arina, LETISSIER Klara, MAJESTE Lou, ROULOT Achille, TCHUNG FO
CHONG Manarii, VIMONT Gautier

Enseignants référents :

M.TEDESCHI, M.PIAZZOLA, M.LACROIX, Mme.MINGHELLI, Mme.RIVERS

Enseignant référent gestion de projet :

Mme.KINANI

SeaTech Toulon
Université de Toulon campus de La Garde

Nous tenons tout d'abord à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique pour leur aide tout au long de notre projet, et plus particulièrement Madame KINANI pour l'enseignement qu'elle nous a fourni.

Objectif :

L'objectif est d'effectuer un compte-rendu de la gestion de projet, de notre organisation et de la manière dont nous nous sommes distribué le travail. Nous allons également évoquer comment nous avons surmonté les problèmes rencontrés, et de quelle manière nous nous sommes mis à jour sur l'avancement du projet, de jour en jour.

Ce projet consistait à réaliser un outil de mesure pour caméra embarquée, qui répond aux besoins et au cahier des charges donnés par CS Group. Nous avons rapidement réussi à trouver une problématique : Comment mesurer avec précision et transmettre en temps réel l'altitude, les coordonnées GPS et les axes de visée d'une caméra embarquée ?

Organisation de l'équipe :

Cette problématique nous a permis d'identifier deux parties majeures : la partie mécanique et la partie électronique embarquée. Notre équipe est composée de 10 étudiants, ainsi, nous nous sommes répartis certains rôles, ce qui a été fait de manière triviale et naturelle : en fonction des aptitudes et des préférences de chacun. Ainsi, les rôles suivants ont été attribués.

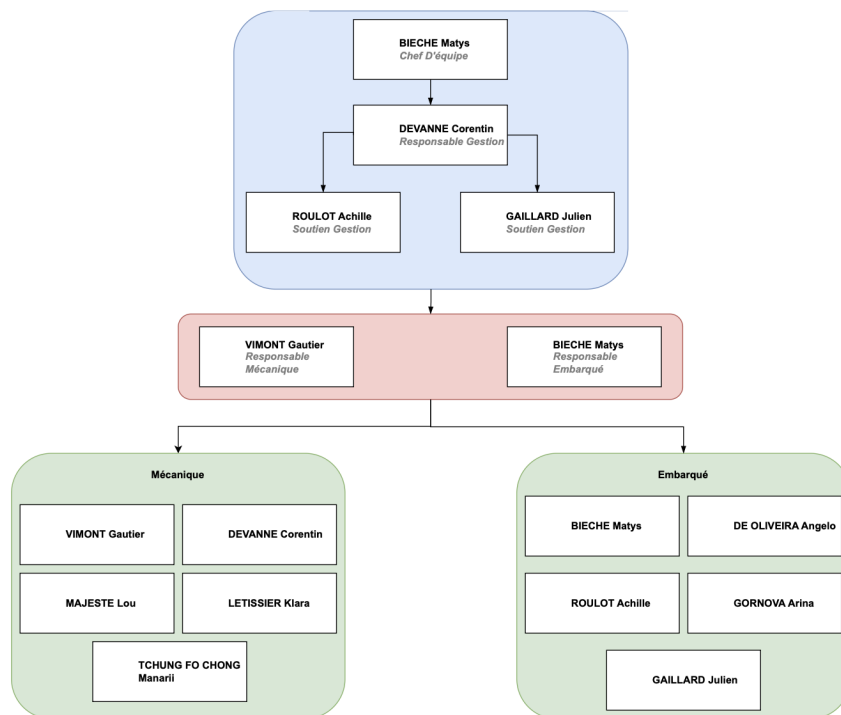


Figure 1 : Organigramme

Suivi des séances :

La première séance a été dédiée à l'organisation, afin d'élaborer la répartition de l'ensemble des tâches que l'on supposait avoir entre les membres des deux équipes. Afin de garantir un suivi de chaque séance et de chaque membre de l'équipe, nous avons réalisé une matrice RACI, qui a pour objectif de clarifier l'ensemble des rôles, en définissant les membres de l'équipe qui interviennent sur chaque tâche du projet, à partir de 4 rôles majeurs : le réalisateur (R), l'approbateur (A), le consultant (C) et l'informer (I). Ainsi, nous savons quel est l'étudiant qui doit travailler sur les futures tâches que nous aurons à réaliser et nous pouvons nous dispatcher le travail équitablement. Aussi, nous pouvons remonter à la ou les personnes ayant travaillé sur la tâche en cas d'interrogation ou de problème notamment. Nous avons également mis en place un diagramme de Gantt permettant de connaître l'avancé du projet, et de chaque mission, en fonction de chaque séance. Le chef de projet instaurait régulièrement des réunions avec l'équipe, et communiquait régulièrement avec les deux responsables des deux parties différentes. Au début et à la fin de chaque séance, le responsable de la gestion de projet s'occupait de savoir où en était l'ensemble des membres de l'équipe sur chacune des missions qu'il avait à faire, ou de celles qu'il a réalisées et achevées. Il mettait à jour la matrice RACI et complétait le diagramme de Gantt. Un tableau de bord d'avancement était envoyé aux encadrants à chaque début de séance et l'ensemble de l'équipe avait un aperçu constant de la matrice RACI et du diagramme de Gantt.

Une version finale du tableau de bord d'avancement remanié figure à la fin.

Gestion des problèmes rencontrés :

Notre équipe n'a pas eu de problèmes relationnels à gérer, chaque étudiant ayant bien travaillé, et réalisé l'ensemble des tâches avec précision et sérieux qui lui a été confié. Selon notre organisation, chaque étudiant n'est pas forcément leader mais tous ont été moteurs et essentiels à la réalisation du projet, chacun ayant participé à la hauteur de ce qu'il était capable. Un des seuls problèmes que l'on a rencontré a été le prototype réalisé. N'ayant aucun moyen financier, il a fallu se débrouiller, on a ainsi pu réaliser un prototype plus que convenable malgré le fait que nos composants étaient parfois moins performant que ceux que l'on aurait pu choisir en cas de financement. De plus, nous aurions aimé réaliser un prototype fini, avec le boîtier, et effectuer différents tests, pour amener à un système complet et fini.

Conclusion :

Pour finir, ce projet nous a permis de comprendre l'importance d'une excellente communication au sein d'une équipe professionnelle. On peut remarquer à partir du tableau de bord de chaque séance que le planning, les tâches à réaliser et le déroulé des séances ont beaucoup évolué entre le premier et le dernier jour, ce qui confirme l'importance d'une organisation

sans faille et d'une communication rigoureuse entre tout les membres de l'équipe. Aussi, une structure claire et bien définie de l'équipe permet une bonne efficacité dans chaque mission. L'ensemble des dix étudiants a été impliqué dans la réalisation de projet, et l'ambiance a toujours été courtoise. C'est à l'aide de tous ces éléments que nous avons pu finaliser le projet en temps voulu.

Dernier tableau de bord d'avancement :

Équipe 3



7 juin - fin

À l'heure !



Comment mesurer avec précision et transmettre en temps réel l'altitude,
les coordonnées GPS et les axes de visée d'une caméra embarquée?

Tâches	Équipe mécanique					Équipe embarqué				
	Gauthier	Klara	Manaril	Lou	Corentin	Matys	Angelo	Arina	Achille	Julien
Système fermeture étanche du boîtier	R	C	C	A	C	I	I	I	I	I
Choix matériaux (résistances UV, choc, conductivité thermique)	A	R	C	R	C	I	I	I	I	I
Joins	C	A	C	R	C	I	I	I	I	I
Forme du boîtier	R	C	A	C	R	I	I	I	I	I
Modélisation de l'intérieur	A	R	A	C	R	I	I	I	I	I
Matériaux système fixation	R	C	A	C	C	I	I	I	I	I
Liaison boîtier système fixation	R	C	R	A	C	I	I	I	I	I
Document technique	R	R	A	A	R	I	I	I	I	I
Bilan état de l'art (partie mécanique fixation, fermeture)	R	A	R	C	C	I	I	I	I	I
Bilan état de l'art (partie mécanique boîtier)	C	R	C	R	A	I	I	I	I	I
Documents tests	A	C	R	C	A	I	I	I	I	I
Estimation du coût	C	A	I	R	A	I	I	I	R	I
Démarche RSE	I	I	I	I	A	C	I	I	R	A
Choix composant électronique	I	I	I	I	I	R	A	C	I	A
Assemblage	I	I	I	I	I	R	R	R	A	I
Architecture logiciel	I	I	I	I	I	R	A	A	R	R
Calcul de conversion	I	I	I	I	I	A	R	C	I	I
Document technique	I	I	I	I	I	R	R	R	R	A
Bilan état de l'art (partie embarqué)	I	I	I	I	I	R	R	A	C	C
Méthode altitude	I	I	I	I	I	A	C	R	C	C
Programme	I	I	I	I	I	R	R	A	C	A
Interface logiciel	I	I	I	I	I	A	C	C	R	R
Lien interface logiciel et capteur	I	I	I	I	I	C	A	C	R	R
Calcul batterie	A	A	I	I	I	C	I	I	R	I
Spécification cahier des charges	I	I	I	I	I	R	R	A	C	C
Réalisation diagrammes SysML cahier des charges	I	I	I	I	I	C	R	C	A	I
Test programme (on ne sait pas si on fait cette étape)	I	I	I	I	I	R	A	C	C	C
Mode d'emploi utilisateur	I	I	I	I	I	A	R	R	C	I
Gestion de projet, tableau de bord...	I	I	I	I	R	I	I	I	A	I



Aucune alerte



Aucune inquiétude



Aucune question

Figure 2 : Tableau de bord d'avancement

MODE D'EMPLOI DU BOITIER

PAR SEATECH

Version original 30/05/2024

Sommaire

1. Sécurité
2. Conseils avant utilisation
3. Etapes avant l'arrivée sur le site
4. Etapes une fois arrivé sur le site
5. Utilisation du logiciel
6. Fin d'utilisation

1.Sécurité

- Attention : même si le système est étanche, éviter tout contact avec l'eau.
- Si le système est branché sur l'alimentation de la caméra, vérifier que celle-ci est converti en 5V.
- Ne pas faire tomber le boîtier.

2.Conseils avant utilisation

- Vérifier que vous avez tout le matériel nécessaire : le boîtier, 2 batteries, câble d'alimentation et le mode d'emploi.
- Lire le mode d'emploi.

3.Avant l'arrivée sur le site

- Charger les deux batteries.
- Ouvrir le boîtier et déposer une batterie dans l'emplacement prévu à cet effet (voir figure 1).

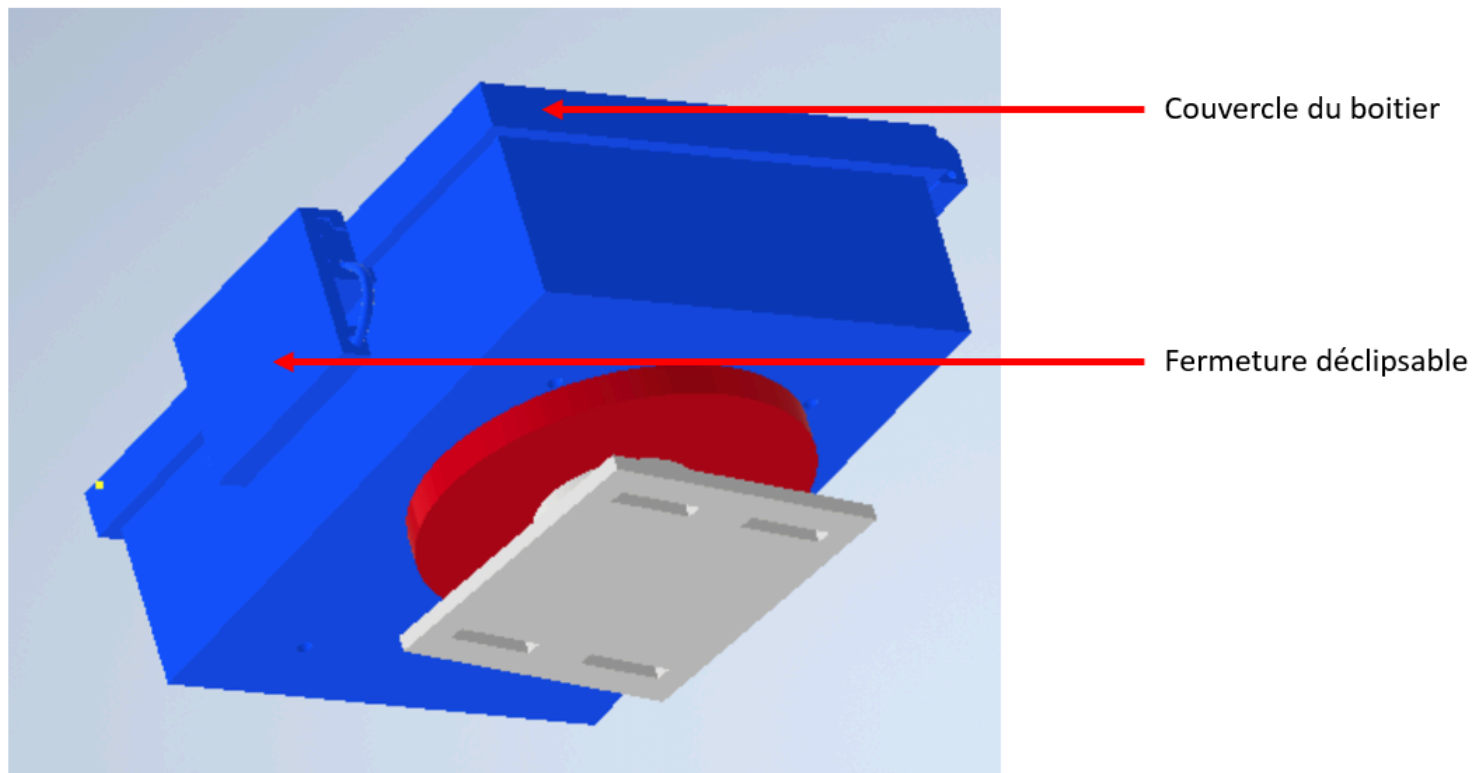


Figure n°1 : Boîtier et fixation

- Refermer le boîtier.

4. Une fois arrivé sur le site

Selon le mode d'utilisation:

- Utilisation de la batterie : brancher la batterie dans le boîtier.
- Utilisation direct : brancher le câble d'alimentation au boîtier et à l'alimentation de la caméra. Attention à la tension envoyée (voir partie Sécurité).

Commun à tout mode d'utilisation:

- Vérifier que toutes les LEDs sont allumées sauf celle du magnétomètre (voir figure N°2).

En cas de problème vérifier le branchement de l'alimentation et ensuite vérifier les branchements dans le boîtier si les LEDs ne s'allument toujours pas.

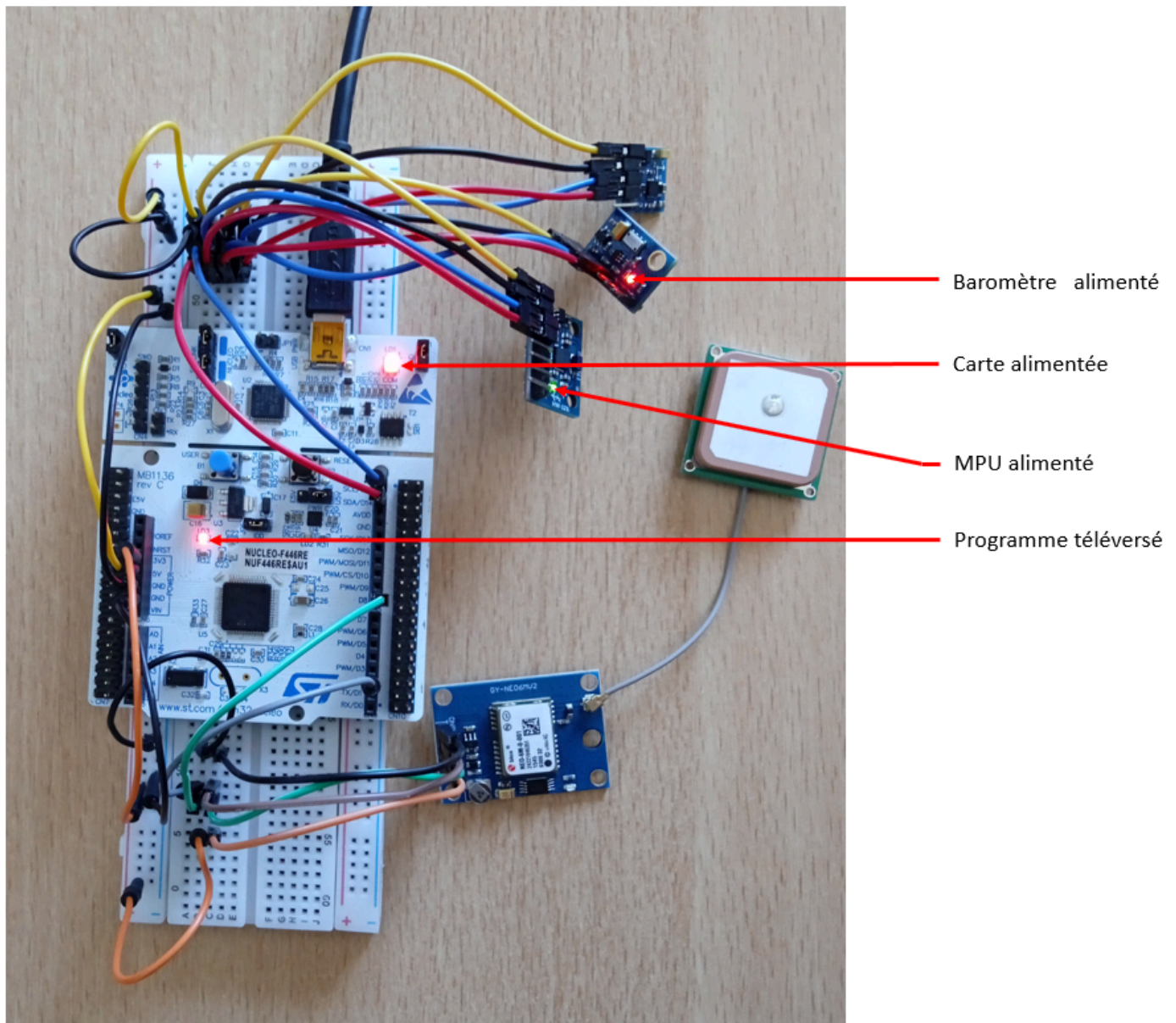


Figure n°2 : Vérification allumage des LEDs

Selon le mode d'utilisation:

- Utilisation par wifi : connecter votre appareil
- Utilisation direct via le branchement à l'ordinateur: brancher l'ordinateur au boîtier.

Commun à tout mode d'utilisation:

- Aligner à l'aide d'une règle l'axe de la caméra et du boîtier.

Selon le mode d'utilisation:

- Fixation avec sangles: resserrer les sangles pour fixer le boîtier.
- Fixation avec collier de serrage: fixer le collier de serrage à la caméra.

5.Utilisation du logiciel

Une fois tout installé, on lance le logiciel. Vous verrez alors l'interface (1) ci-dessous s'afficher:

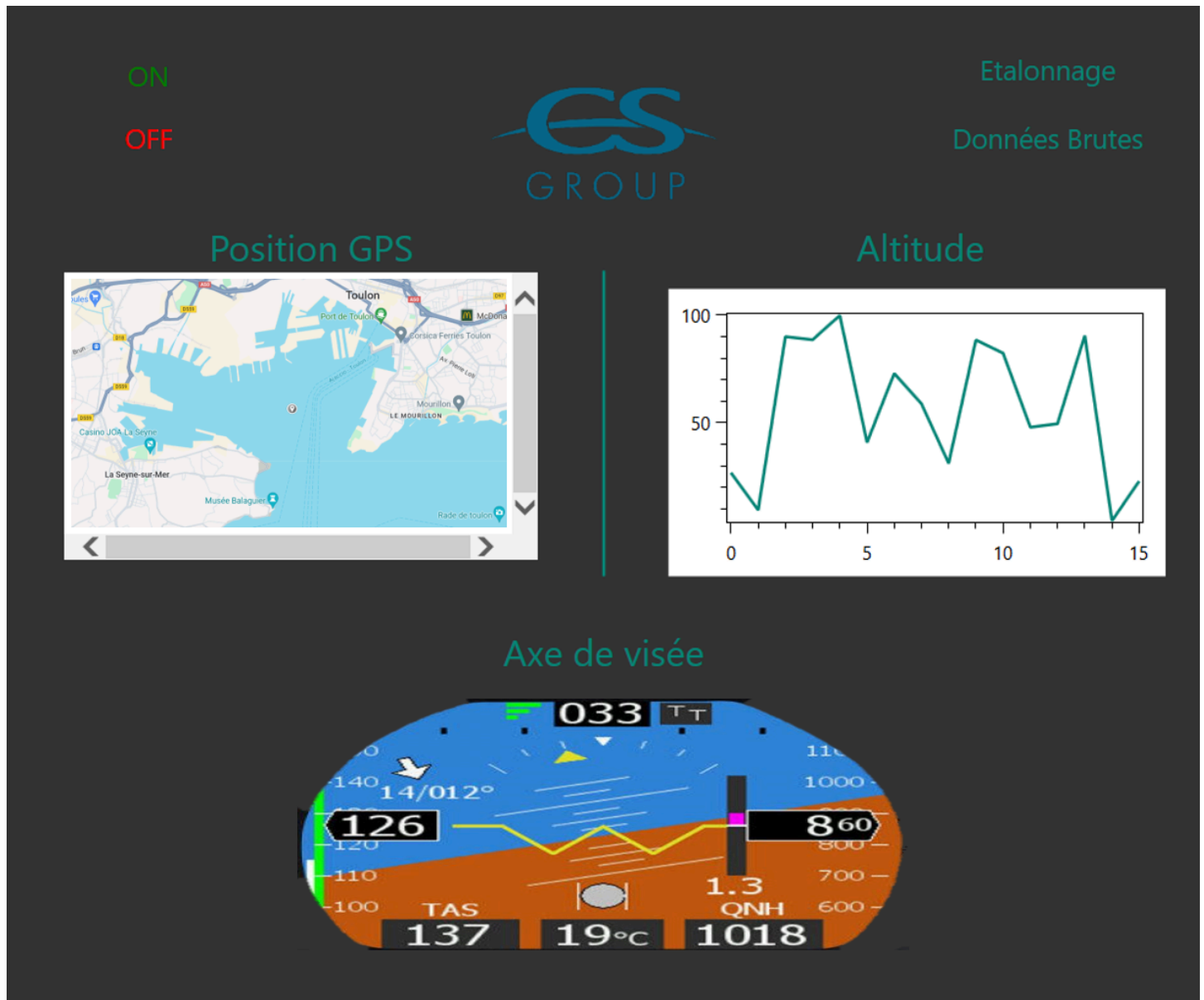


Figure n°3 : Interface (1).

Pour allumer, appuyez sur le bouton 'ON' en haut à gauche.

Vous verrez alors une carte s'afficher dans l'espace GPS où vous verrez votre position indiqué par un point.

Vous verrez également l'altitude dans l'espace prévu à cet effet et un horizon artificiel dans l'espace de l'axe de visée.

Vous pouvez également appuyer sur le bouton 'Etalonnage'. Il apparait alors sur l'écran l'interface (2) ci-dessous:

Etalonnage

ES
GROUP

Position GPS :

Altitude :

Axe de visée horizontal :

Axe de visée vertical :

Étalonner GPS Étalonner Altitude

Étalonner Axe Horizontal Étalonner Axe Vertical

Étalonner Tout

Figure n°4 : Interface (2)

Vous pouvez alors rentrer les valeurs de la position GPS, l'altitude, l'axe de visée horizontal et vertical afin de vérifier ou de régler la position du boîtier.

En appuyant sur le bouton 'Configuration' vous verrez la même interface (1) mais avec toutes les données brutes.

6.Fin d'utilisation

- Eteindre le logiciel en appuyant sur le bouton *OFF* en haut à gauche de l'interface.
- Récupérer la batterie du boîtier et la mettre à charger ou débrancher l'alimentation.

CONTACTS

Name		Contact SAV
Gornova Arina		+33 6 34 60 83 03
Email		arina.gornova.26@seatech.fr
De Oliveira Angelo		+33 7 71 04 86 82
Email		angelo.de-oliveira26@seatech.fr





7 juin - fin

À l'heure !



Comment mesurer avec précision et transmettre en temps réel l'altitude,
les coordonnées GPS et les axes de visée d'une caméra embarquée?

Tâches	Équipe mécanique					Équipe embarqué				
	Gauthier	Klara	Manarli	Lou	Corentin	Matys	Angelo	Arina	Achille	Julien
Système fermeture étanche du boîtier	R	C	C	A	C	I		I	I	I
Choix matériaux (résistances UV, choc, conductivité thermique)	A	R	C	R	C	I		I	I	I
Joins	C	A	C	R	C	I		I	I	I
Forme du boîtier	R	C	A	C	R	I		I	I	I
Modélisation de l'intérieur	A	R	A	C	R	I		I	I	I
Matériaux système fixation	R	C	A	C	C	I		I	I	I
Liaison boîtier système fixation	R	C	R	A	C	I		I	I	I
Document technique	R	R	A	A	R	I		I	I	I
Bilan état de l'art (partie mécanique fixation, fermeture)	C	A	R	C	C	I		I	I	I
Bilan état de l'art (partie mécanique boîtier)	C	R	C	R	A	I		I	I	I
Documents tests	A	C	R	C	A	I		I	I	I
Estimation du coût	C	A	I	R	A	I		I	I	I
Démarche RSE					A	C	I	I	R	A
Choix composant électronique	I	I	I	I	I	R	A	C	I	A
Assemblage	I	I	I	I	I	R	R	A	A	I
Architecture logiciel	I	I	I	I	I	R	A	A	R	R
Calcul de conversion	I	I	I	I	I	A	R	C	I	I
Document technique	I	I	I	I	I	R	R	R	R	A
Bilan état de l'art (partie embarqué)	I	I	I	I	I	R	R	A	C	C
Méthode altitude	I	I	I	I	I	A	C	R	C	C
Programme	I	I	I	I	I	R	R	A	C	A
Interface logiciel	I	I	I	I	I	A	C	C	R	R
Lien interface logiciel et capteur	I	I	I	I	I	C	A	C	R	R
Calcul batterie	A	A		I	I	C	I	I	R	I
Spécification cahier des charges	I	I	I	I	I	R	R	A	C	C
Réalisation diagrammes SysML cahier des charges	I	I	I	I	I	C	R	C	A	I
Test programme (on ne sait pas si on fait cette étape)	I	I	I	I	I	R	A	C	C	C
Mode d'emploi utilisateur	I	I	I	I	I	A	R	R	C	I
Gestion de projet, tableau de bord...	I	I	I	I	R	I	I	I	A	I



Aucune alerte



Aucune inquiétude



Aucune question