

BTS Systèmes numériques

Epreuve E6.2

Dossier d'accompagnement enseignants



Projet D.I.T

Drone
d'**I**magerie et
de **T**élémétrie





2 Table des matières

1	Suivi des modifications.....	2
3	Introduction.....	4
4	Cahier des charges	5
4.1	Inspection de viaduc avec un drone.....	6
4.2	Inspections et diagnostics à l'aide d'un drone.....	6
4.3	Synoptique de fonctionnement	7
4.4	Expression du besoin	7
4.5	Le sous-système drone.....	7
4.6	Le sous-système station au sol.....	8
4.7	Options.....	9
5	Analyse préalable des enseignants.....	10
5.1	Les outils logiciels	10
5.2	Après lecture du cahier des charges	10
6	Analyse de l'axe des exigences.....	11
6.1	Le diagramme des cas d'utilisation (UCD).....	12
6.1.1	Scénarii du sous-système EDD	13
6.1.2	Scénarii du sous-système GCS.....	15
6.2	Le diagramme de séquence système.....	16
6.3	Le diagramme des exigences	18
6.3.1	Le diagramme des exigences générales	18
6.3.2	Le diagramme des exigences de l'EDD	19
6.3.3	Le diagramme des exigences de la GCS	20
7	Analyse de l'axe structurel (architecture).....	21
7.1	Le diagramme de blocs du système.....	21
7.2	Le diagramme de blocs internes du système	21
7.2.1	Diagrammes de bloc interne de la station au sol.....	22
7.3	Diagrammes de bloc interne de l'équipement du drone	23
7.4	Diagramme de classes	24
8	Analyse de l'axe dynamique	26
8.1	Diagramme d'états (orienté mission)	26
8.2	Diagramme d'états (orienté protocole).....	26
9	Axe transverse.....	27
10	Conclusion	28
11	Travaux cités.....	29



3 Introduction

Ce document s'adresse à tous les enseignants de spécialité EC ou IR en classe de STS SN.

Le BTS SN nous permet d'envisager de couvrir davantage de champs disciplinaires (EC+IR) alors qu'avant la fusion, nous limitons l'étude des projets à une seule spécialité (EC ou IR).

Les équipes pédagogiques ne sont pas toutes formées d'enseignants des deux spécialités, ce qui complique la réalisation d'un tel projet.

Missionnés par notre IA/IPR, nous sommes trois enseignants à avoir développé ce dossier de projet pour le Réseau National de Ressources (RNR).

C. DUPATY est un enseignant expérimenté issu de STS électronique. Il travaille depuis le début sur ce système et s'est occupé de la partie électronique (capteurs et interfaces matérielles et logicielles).

Ph. ANTOINE est issu de STS informatique réseaux, Il supervisait l'architecture informatique des développements logicielles, modélise le système, veille à la qualité des documents.

M. SILANUS est enseignant en STI2D SIN, STS SN en tant que professeur d'électronique et d'informatique. Il s'est occupé de la réalisation de la partie logicielle.

A nous trois, nous formons une équipe solide, même si nous ne sommes pas dans le même établissement.

Pour les raisons évoquées ci-dessus, nous proposons humblement ce document qui permettra non seulement de présenter un système dans un contexte d'utilisation industriel, mais aussi d'expliquer toutes les phases, décisions, diagrammes (SysML ou autres) utilisés.

Des devis, un dossier élève seront également fournis pour faciliter la mise en place de ce projet dans votre STS SN.

Il est vrai que les usages ne sont pas tous identiques selon les sections. Aussi nous vous invitons à vous concentrer sur la logique d'organisation et de développement présentée. Les équipes pédagogiques devront donc adapter le projet en fonction de leurs moyens, contraintes locales et de leur culture pédagogique.

Deux versions du projet sont proposées afin de permettre une adaptation au profil de la classe (EC + IR)

- **Versión A** : mixte IR/EC avec une majorité d'étudiants IR. Le cœur de la gestion de équipements du drone (EDD) est un ordinateur embarqué sous Linux de type Raspberry Pi. Une proposition de répartition en équipe a été faite selon la logique des communications ; exemple l'équipe 2 gèrera la liaison DATA sur l'EDD et la station au sol (GCS).
- **Versión B** : mixte IR/EC avec une majorité d'étudiants EC. Le cœur de la gestion de EDD est un microcontrôleur 32bits STM32. Une proposition de répartition en équipe a été faite selon la logique des équipements ; exemple l'équipe 1 gèrera l'EDD et l'équipe 2 le GCS.



SysML est un langage de modélisation. Il nécessite une méthode pour l'utiliser. Nous nous sommes inspirés des conseils de Pascal ROQUES (ROQUES, 2013) en essayant de coller à la logique de la norme : (ISO15288).

4 Cahier des charges

L'entreprise *Drone Concept* avec laquelle nous collaborons est spécialisée dans l'imagerie aérienne.

En annexe, vous trouverez l'état actuel de la législation concernant l'usage des drones dans l'espace public.

Il est maintenant devenu courant d'utiliser un drone pour effectuer des prises de vue ou des séquences filmées de maisons ou de paysages.

Un besoin supplémentaire apparaît dans l'industrie, celui de pouvoir effectuer des mesures afin de surveiller, détecter, maintenir des ouvrages hauts et difficiles d'accès de manière préventive.

Les architectes-maitres d'œuvre ont besoin lors des phases de construction ou de maintenance :

- D'observer les murs et toitures des bâtiments.
- De procéder à des vérifications de montages d'huisseries, de faitières, recherches d'entrées d'eau etc.

Les ouvrages en béton armé doivent être surveillés particulièrement s'ils sont soumis à une forte chaleur. La température amènera une dilation des aciers de la structure, ce qui peut entrainer l'apparition de fissures dans les bétons. Dans les périodes humides et froides l'eau peut s'y insérer, geler et briser les bétons.

L'accès à ces zones n'est pas toujours possible pour les grands ouvrages (ponts, tours destinées au logement etc.). L'utilisation d'un drone d'observation équipé d'une transmission vidéo, d'un appareil photo ainsi que d'une batterie de capteurs des grandeurs physiques est alors une solution économique et efficace.

La localisation du défaut dans les trois dimensions et sa mémorisation permet ensuite une intervention de maintenance précise.

Le matériel de prise de vue et de vidéo habituellement utilisé par les professionnels est un CANON 5D dont le zoom et la prise de vue sont commandés électriquement par bus USB. L'adaptation d'un appareil photo léger et à faible cout de type Camera GOPRO permet de proposer aux clients une solution économique de la surveillance avec néanmoins une qualité vidéo suffisante. Le poids d'une caméra GOPRO est très inférieur à celui d'un appareil photo haut de gamme, le drone pourra donc être lui-même plus léger et donc moins couteux.

Ainsi, en ajoutant des capteurs à un drone, il se révèle un atout majeur et performant pour la maintenance de ces ouvrages. Le pont de Millau en est un bon exemple (Donnaes, 2012).



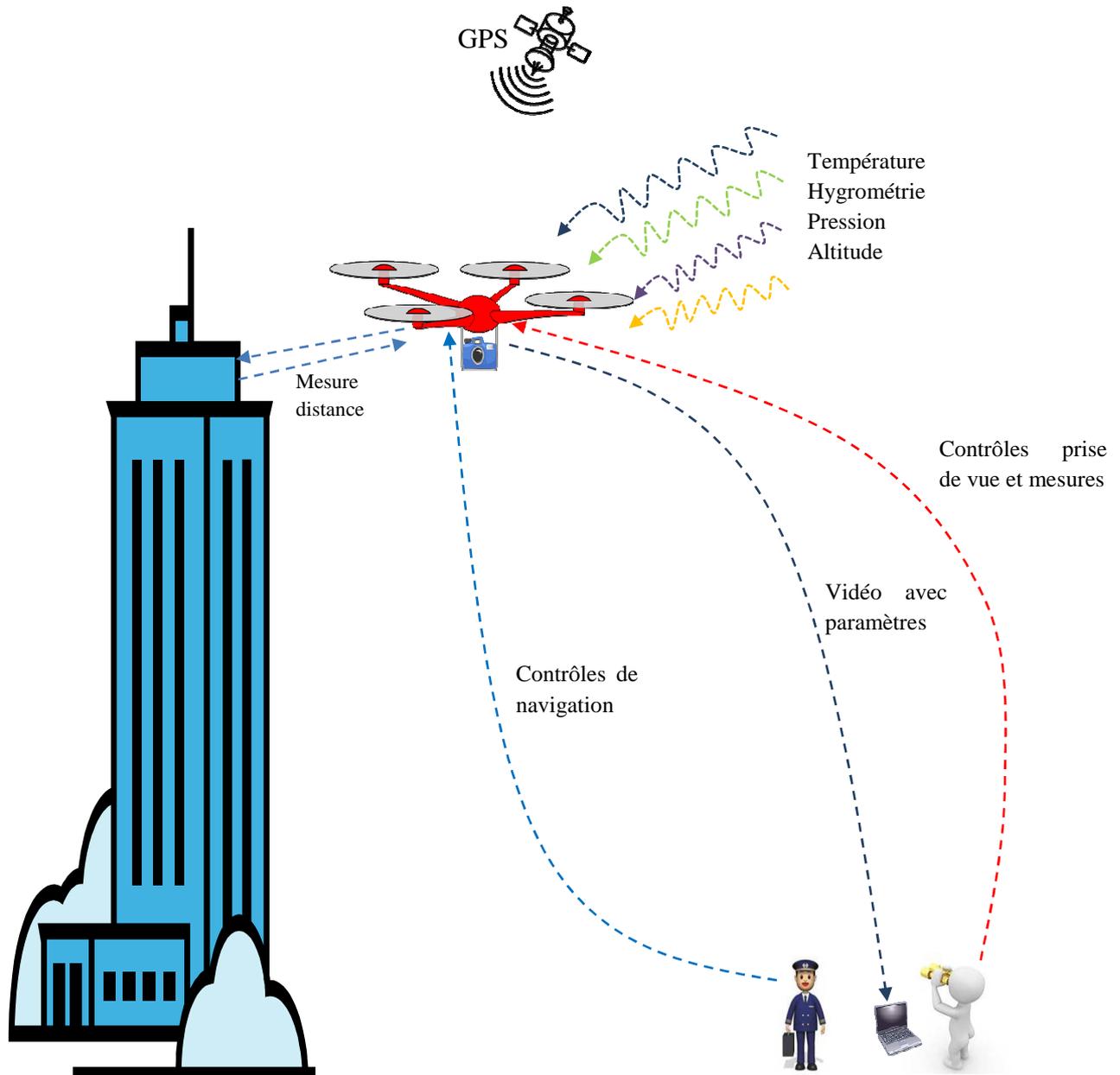
Ce système nécessite deux personnes. Le pilote depuis la station au sol s'occupe du pilotage à vue du drone. Un technicien à ses côtés supervise la prise d'images, la télémétrie et la communication avec l'entreprise.

4.1 Inspection de viaduc avec un drone

<https://www.youtube.com/watch?v=Zp8uvyvgkd8>

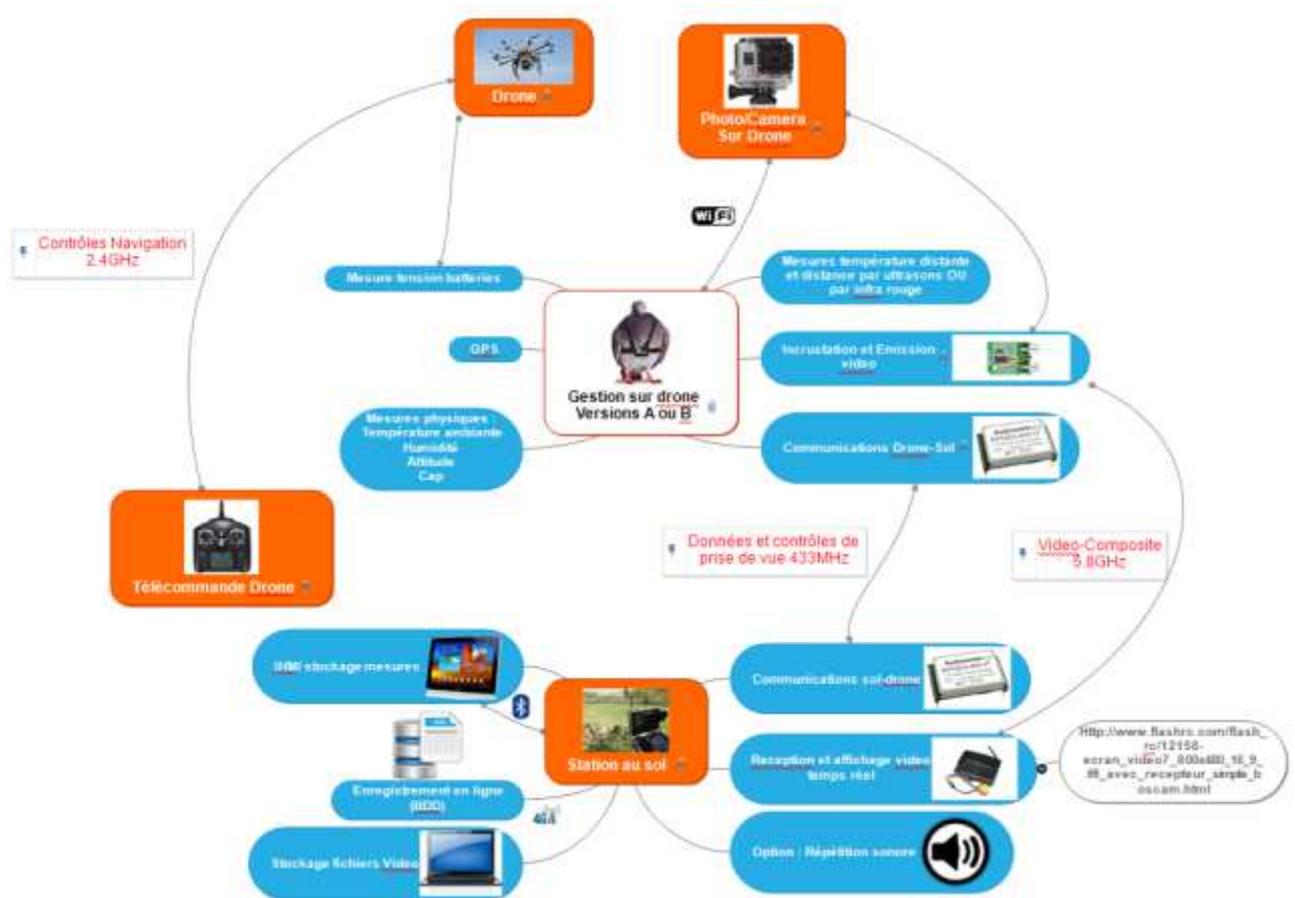
4.2 Inspections et diagnostics à l'aide d'un drone

<https://www.youtube.com/watch?v=LxrfD8RzAw>





4.3 Synoptique de fonctionnement



4.4 Expression du besoin

Le système comprend deux parties :

- Le drone et ses équipements (EDD).
- La station au sol (GCS).

4.5 Le sous-système drone

Un vol dure entre 15 et 30 minutes.

La mesure de température sans contact ainsi que l'humidité des structures amène le pilote à positionner le drone très près des obstacles. En raison de la taille de certains ouvrages, une mesure de distance d'objet est indispensable afin d'éviter les collisions.

Le drone est équipé d'un capteur GPS, d'un altimètre, d'un capteur d'humidité, de température ambiante, de température distante, de cap, de distance d'obstacle.

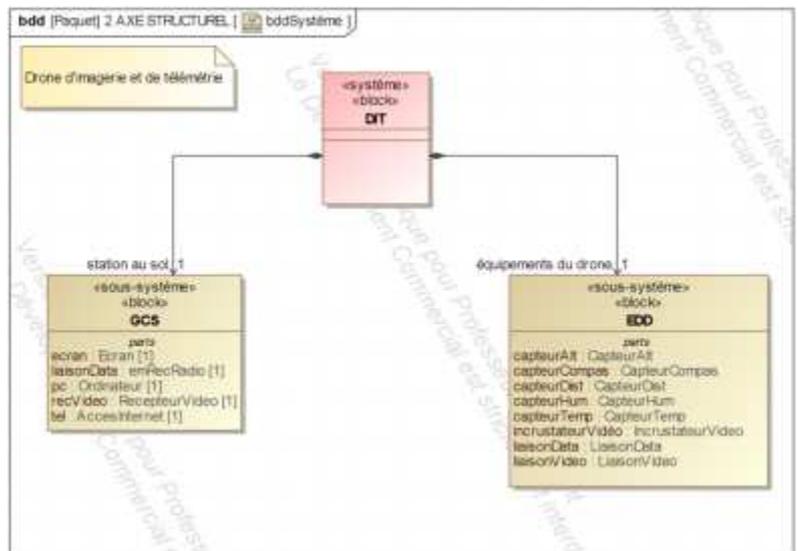


Figure 1 : Diagramme de blocs "système"



Figure 2 : Synoptique du drone

Le pilote (ou son co-pilote) envoie au drone des ordres pour prendre des photos ou des séquences vidéo qui seront stockées dans la carte mémoire de l'appareil photo.

Le drone effectue des mesures, les transfère à la station au sol, les sauve également dans sa mémoire en cas de difficultés de communication.

Chaque photo prise sera associée aux mesures prises.

Le drone émet l'image de la caméra vers un écran de la station au sol avec la possibilité d'incruster des paramètres (texte, mesures, etc.) au choix du pilote.

Il y a donc 2 émetteurs/récepteurs, un pour l'image avec incrustations, l'autre pour recevoir les ordres de la station au sol et pour communiquer en temps réel les mesures acquises.

4.6 Le sous-système station au sol

La station au sol comprend un écran de contrôle associé à une radio commande pour piloter le drone.

Une base de données permettant de mémoriser les données des vols

Un logiciel sur ordinateur permet :

- De préparer la campagne de vol
- D'émettre des ordres de prises de photos ou de vidéos
- D'effectuer l'acquisition des mesures en temps réel
- De modifier les données à incruster dans le retour vidéo
- De transmettre les données vers l'entreprise après la campagne de vol.

Une liaison Internet (carte GSM 3G ou 4G) permettant de transmettre les données vers le site de l'entreprise.



Des équipes pourront travailler sur le même projet avec le souci de mise en œuvre de solutions technologiques différentes.

4.7 Options

- Il s'agit de disposer d'une commande vocale permettant au pilote de donner des ordres vocaux pendant le vol. Le dispositif doit émettre un son indiquant la bonne exécution de l'ordre. Une fonction sonore (type radar de recul) indique la distance aux obstacles.
- Dans l'entreprise, un serveur WEB associé à un site WEB met à disposition les données des missions.
- Informer la GCS du niveau de charge des batteries.
- Informer la GCS d'une erreur de communication avec un élément de l'EDD.
- Enregistrer la vidéo reçue par la GCS.



Dans le schéma présenté figure 1, nous n'avons pas pu nous empêcher d'avancer des choix technologiques, moyens de communication, répartition des étudiants. Ces choix doivent bien sûr être validés et respecter les contraintes et les exigences du système en exploitation. La modélisation du système nous en dira plus.

Nous avons également le souci d'être dans une veille technologique. Nous avons voulu tester une carte différente de l'habituelle RaspBerry, la carte Nucleo STM32 de STMicroelectronics.

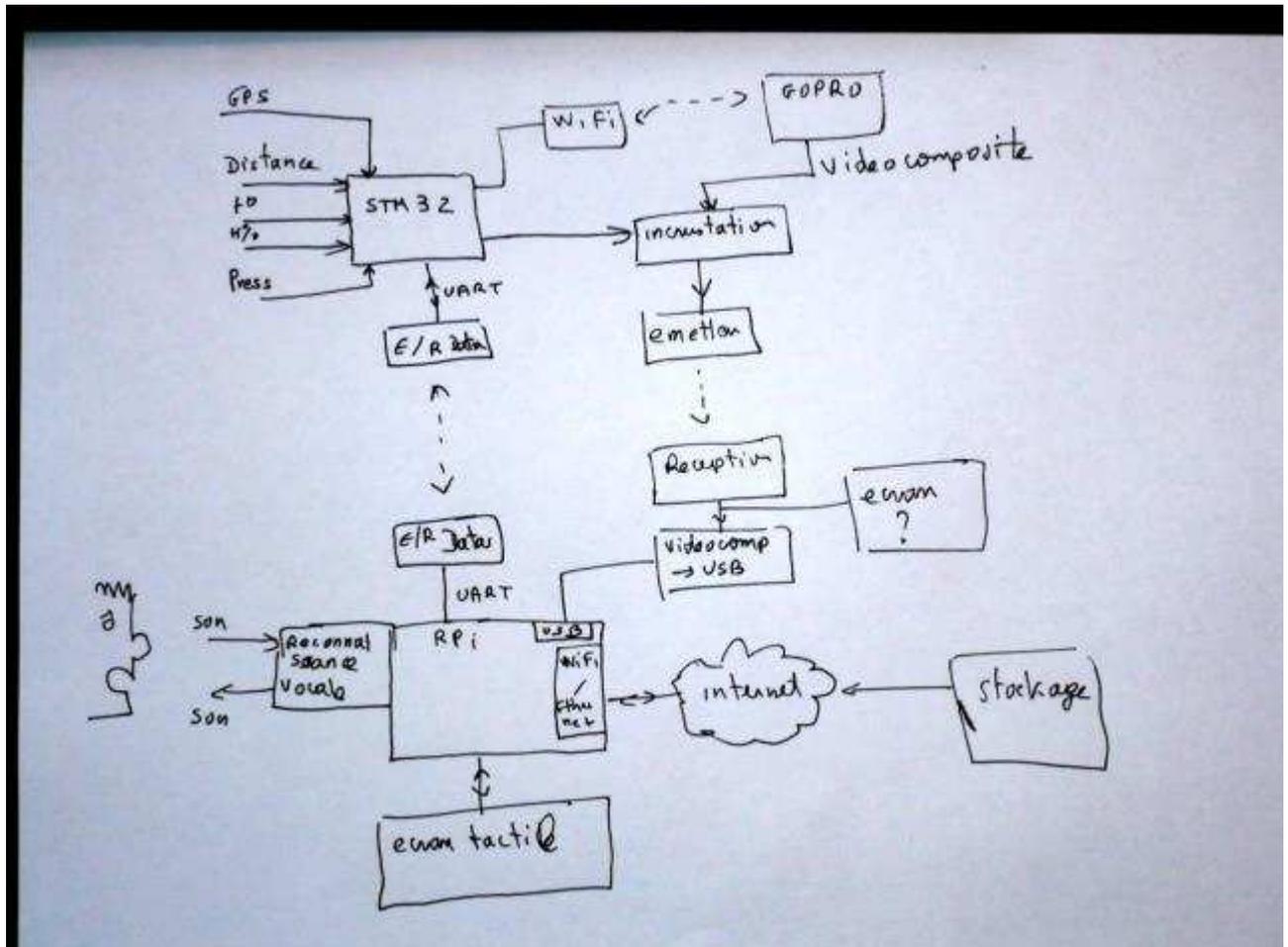


Figure 4 : Système avec la carte STM32

Nous avons avec les deux schémas précédents une bonne idée maintenant de comment occuper 4 équipes de 4 étudiants.

6 Analyse de l'axe des exigences

L'axe des exigences permet de décrire les exigences du système grâce à quatre diagrammes :

- Diagramme des cas d'utilisation (UCD).
- Diagramme de séquence système (SSD).
- Diagramme des exigences (REQD).
- Diagramme de déploiement (UML)
- Diagramme de contexte



Notez qu'il n'y a pas de loi ! Il est possible que selon la nature du cahier des charges, d'autres diagrammes soient privilégiés.

6.1 Le diagramme des cas d'utilisation (UCD)

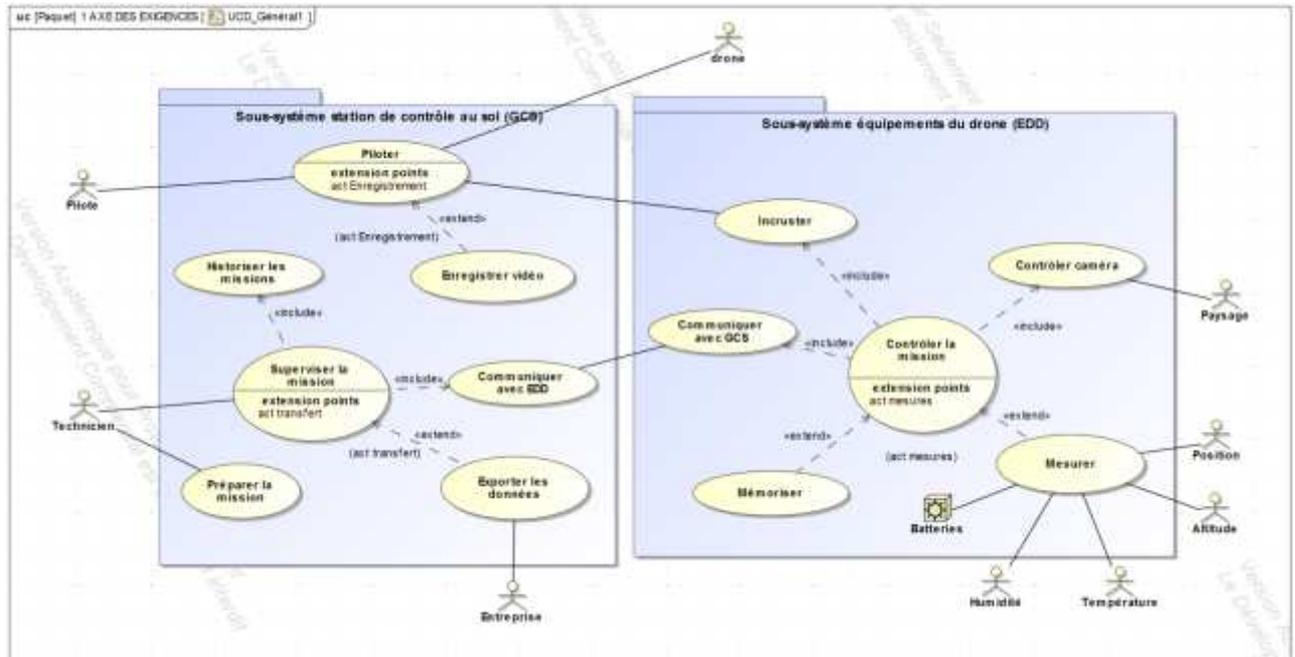


Figure 5 : Diagramme des cas d'utilisation général

Notes en rapport avec le diagramme des cas d'utilisation :

On se concentre sur les cas d'utilisation en rapport avec le développement. Certains cas ne seront pas détaillés (Piloter) car ils ne font pas l'objet de l'étude. D'autres sont optionnels (Enregistrer vidéo).

Le système contient des éléments matériels et logiciels.

Ne pas confondre un UCD avec un diagramme de déploiement. Même si l'UCD présenté montre les sous-systèmes, les acteurs restent extérieurs au système. Le nom des acteurs doit donc être bien choisi.

Chaque cas d'utilisation peut représenter du matériel et/ou du logiciel. Pour avancer dans la modélisation et donc le développement, il faut décrire ce qui est attendu de chaque cas d'utilisation sous forme de :

- Scénario nominal (1..n)
- Scénario alternatif (0..n)
- Scénario d'erreur (0..n)

**6.1.1 Scénarii du sous-système EDD**

Cas d'utilisation :	EDD : Incruster
Scénario nominal :	Incrustation des paramètres
Pré-condition : Activation de l'incrustation Incruster les informations choisies par la station au sol et initialisée durant l'état « avant mission ».	
Scénario alternatif :	Modification des paramètres d'incrustation
Pré-condition : Activation de l'incrustation Durant l'état « pendant mission » : Possibilité de changer les paramètres d'incrustation (interval + mesures)	
Scénario d'erreurs :	Impossible de communiquer avec le composant d'incrustation
La mission continue sans incrustation.	

Cas d'utilisation :	EDD : Contrôler caméra
Scénario nominal :	Envoyer un ordre à la caméra
Pré-condition : Mise en route du WIFI de la caméra Connexion TCP/IP à la caméra. Envoi d'une trame http correspondant à l'ordre émis à la caméra depuis la station au sol (voir le protocole de la caméra). Cette trame est reçue par la liaison DATA. Si l'ordre est « prise d'un cliché » ou « départ séquence vidéo » Sauver un lot de mesures associé à l'ordre. Fin Si Déconnexion TCP/IP	
Scénario d'erreurs :	Impossible de communiquer avec la camera
La mission continue sans pouvoir commander la caméra	

Cas d'utilisation :	EDD : Communiquer avec la GCS
Scénario nominal :	Recevoir les ordres de la GCS
Ouverture du port de communication de la liaison DATA. Pour chaque réception d'une trame : Déchiffrement de la trame (selon méthode choisie par l'équipe). Vérifier l'intégrité de la trame. Si la trame est un ordre Décoder l'ordre selon le protocole DATA fourni. Exécuter l'ordre. Acquitter l'ordre. Fin SI Fin Pour	
Scénario alternatif :	Emettre un lot de mesures
Pré-condition : Activation de l'émission de mesures vers la GCS A chaque interval d'envoi d'un lot de mesures Début Lire les données constituant le lot de mesure Horodater le lot Sauver le lot dans le fichier local Emettre le lot vers la GCS (après chiffrement) Attendre acquittement de la GCS (procédure de reprise en cas de non acquittement) Fin	
Scénario d'erreurs :	Pas d'acquittement suite à l'envoi d'un lot de mesures
La mission continue sans procédure de reprise.	



Cas d'utilisation :	EDD : Mesurer
Scénario nominal :	Mesurer
Pré-condition : Départ mission A chaque intervalle dépendant du capteur (temps d'acquisition de la mesure) et Pour chaque capteur (configuration reçue de la GCS lors de l'état « avant mission ») : Lire la valeur du capteur Convertir éventuellement la valeur Sauver la mesure dans le SHM (SHared Memory, segment de mémoire partagé) Fin Pour (voir diagramme des exigences concernant l'EDD, exigence « Mesures »)	
Scénario d'erreurs :	Impossible de communiquer avec un capteur
Renseigner l'erreur horodatée dans le fichier mesure de l'EDD. La mission continue.	

Cas d'utilisation :	EDD : Mémoriser
Scénario nominal :	Mémoriser les mesures pendant la mission
Pré-condition : Activation acquisition mesures Sauvegarde horodatée des lots de mesures dans un fichier, à intervalle régulier défini par la GCS.	

Cas d'utilisation :	EDD : Contrôler la mission
Scénario nominal :	Initialisation des objets et processus de l'EDD
Initialisation de l'incrustation. Initialisation du SHM (segment de mémoire partagé). Initialisation du moyen de communication entre les objets. Initialisation de la liaison DATA. Pré condition : état « avant mission. » Sur événement réception des données mission. Ouverture du fichier de sauvegarde des mesures Initialisation émission des mesures vers GCS FIN Sur événement réception des paramètres capteurs. Initialisation des objets de gestion des capteurs FIN Quel que soit l'état : Gestion d'une interface homme machine de développement et de debug.	
Scénario d'erreurs :	Problème d'initialisation d'un objet
Afficher l'erreur. Développement optionnel : Envoyer une information d'erreur à la GCS.	

Il conviendra d'établir des diagrammes SysML (séquences ou autres) pour définir plus précisément le fonctionnement.



6.1.2 Scénarii du sous-système GCS

Cas d'utilisation :	GCS : Communiquer avec EDD
Scénario nominal :	Emission d'un ordre vers l'EDD
Ouverture du port de communication de la liaison DATA. Sur événement d'un ordre à envoyer via l'IHM : Formater les éventuelles données associées à l'ordre. Coder la trame selon le protocole DATA fourni et le diagramme d'états (cf figure 4). Chiffrer la trame (selon méthode choisie par l'équipe). Emettre la trame sur la liaison DATA. Attendre la trame d'acquiescement (procédure de reprise à prévoir, voir diagramme d'exigence GCS). Fin	
Scénario alternatif :	Recevoir les lots de mesures
Pour chaque lot reçu Sauver le lot dans la base de données Sauver le lot dans le fichier mission (.csv) Si activation envoi vers Entreprise Emettre les données vers l'entreprise (voir UC Exporter les données). FIN SI FIN Pour	
Scénario d'erreurs :	Erreur de réception
Affichage erreur sur l'IHM	

Cas d'utilisation :	GCS : Exporter les données
Scénario nominal :	Exporter les mesures en temps réel
Pré condition : [act] activation du transfert et connexion à l'entreprise. Pour chaque lot reçu Emettre le lot de mesures vers l'entreprise Mise à jour de la base de données (lot envoyé) Fin Pour	
Scénario alternatif :	Exporter les mesures d'une mission
Pré condition : état « après mission » et connexion à l'entreprise Pour chaque lot présent dans la BDD pour une mission donnée Lire lot Emettre lot vers l'entreprise Fin Pour	
Scénario d'erreurs :	Erreur de connexion ou de communication avec l'entreprise
Affichage de l'erreur sur l'IHM.	

Cas d'utilisation :	GCS : Préparer la mission
Scénario nominal :	Définir les capteurs présents sur le drone
Pré condition : état « avant mission ». Nommer la mission et les paramètres par défaut de fonctionnement. Mettre à jour le fichier de configuration du drone. Envoyer vers EDD les informations de configuration de la mission. Envoyer vers EDD les informations de configuration des capteurs.	



Cas d'utilisation :	GCS : Historiser les missions
Scénario nominal :	Gérer l'historique des missions
Pour chaque mission Sauver dans la base de données les paramètres de la mission Sauver les lots de mesures et les événements caméra associés	
Fin Pour (Possibilité d'ajouter / modifier / effacer une mission)	
Scénario alternatif :	Retrouver une mission
(en vue de l'exporter) Choisir la mission parmi celle stockées dans la BDD Extraire les données de mission pour exportation vers l'entreprise	
Scénario d'erreurs :	Erreur d'accès à la base de données
Afficher l'erreur sur l'IHM.	

Cas d'utilisation :	GCS : Superviser la mission
Scénario nominal :	Gérer le système
Initialiser les objets correspondant aux différents cas d'utilisation. Gérer une IHM permettant de gérer les trois états de fonctionnement du système.	

Il conviendra d'établir des diagrammes SysML (diagrammes de séquence ou autres) pour définir plus précisément le fonctionnement.

6.2 Le diagramme de séquence système

Pour mettre en œuvre ces scénarios, le diagramme de séquence système est conçu.

Il se distingue du diagramme de séquence habituel par le fait qu'il ne dispose que d'une ligne de vie, celle décrivant l'activité du système. Dans le cas du système DIT, il y a plusieurs sous-systèmes qui peuvent apparaître sur le même diagramme. Il est aussi possible de faire plusieurs diagrammes (un par sous-système).

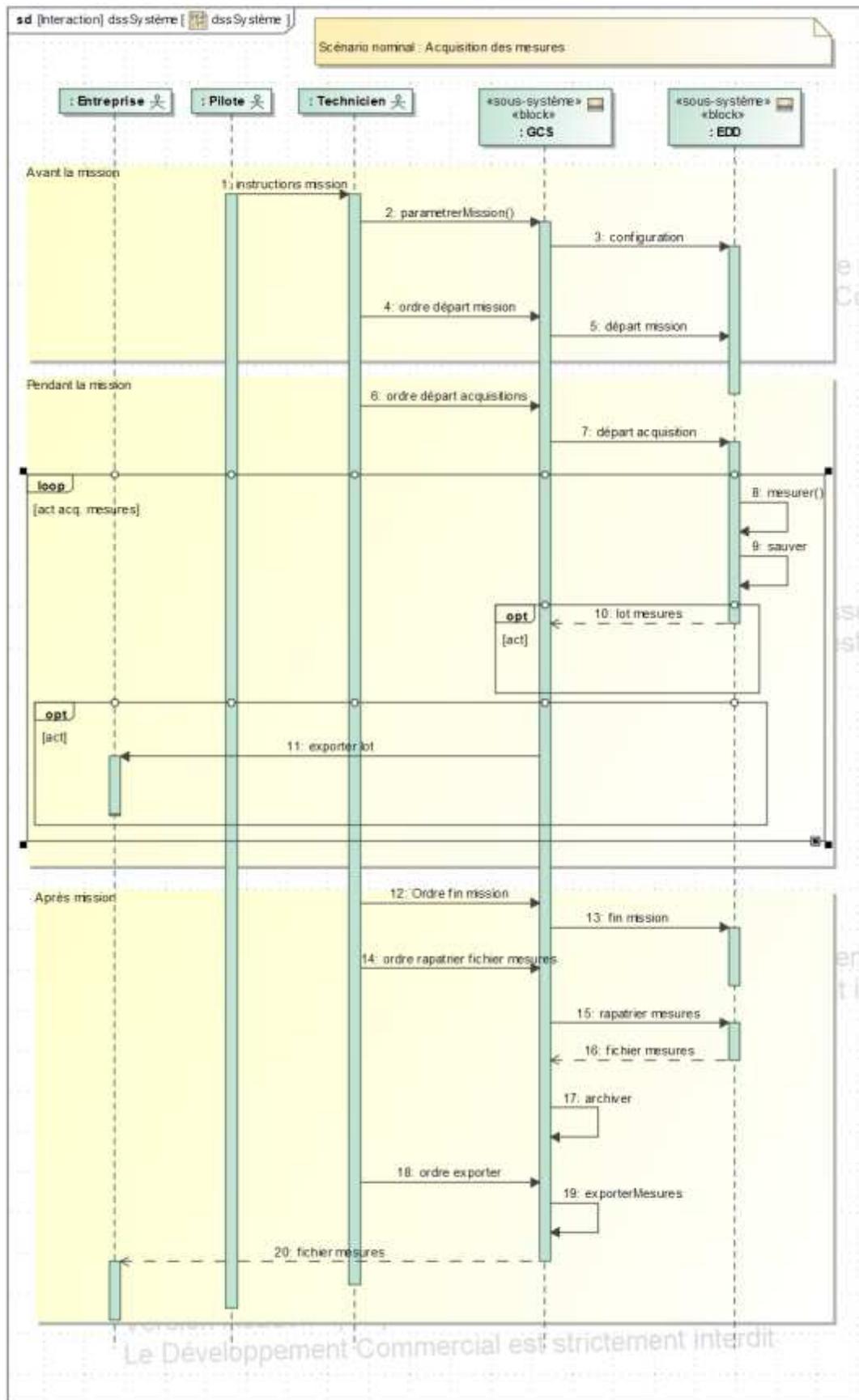


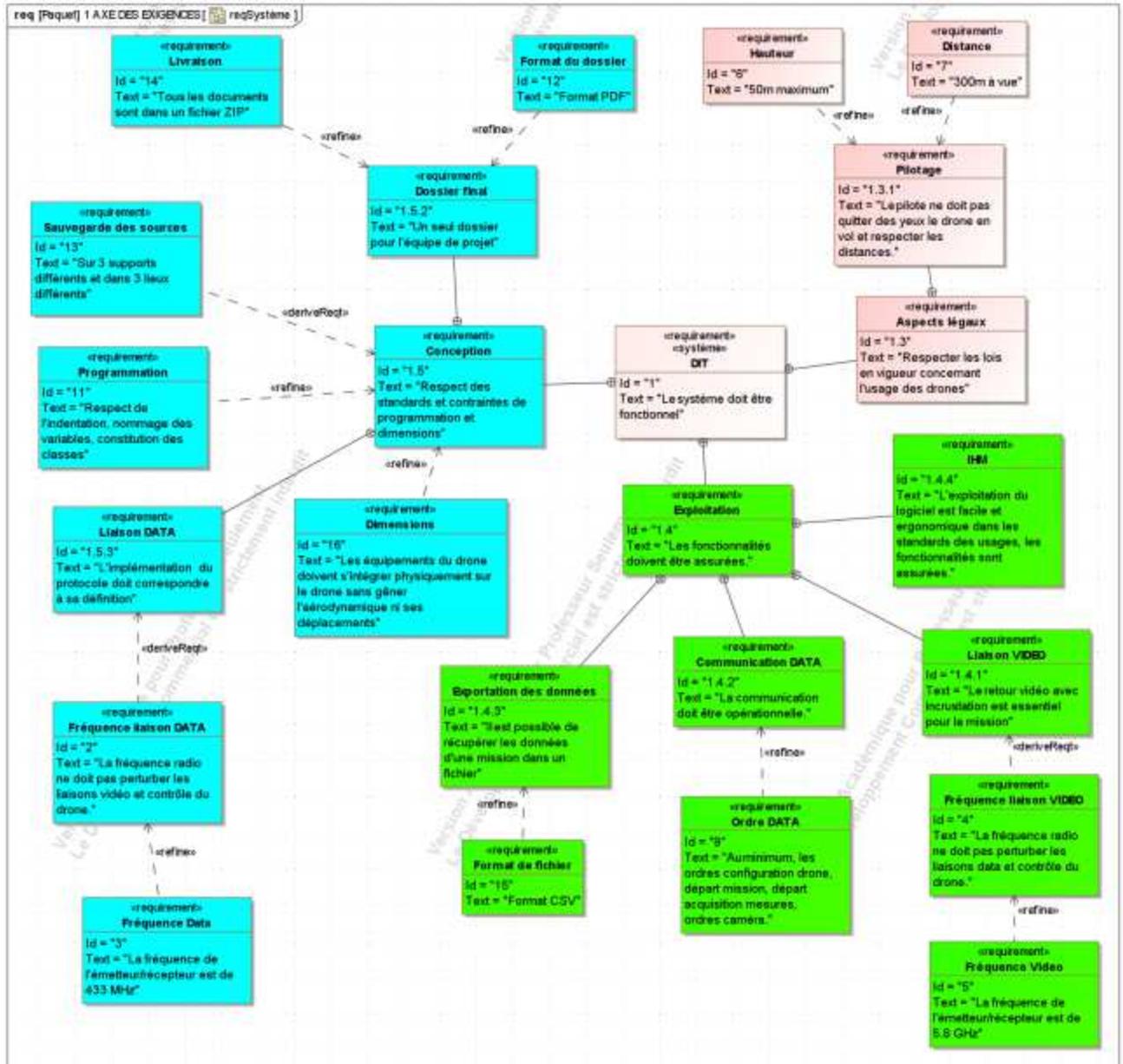
Figure 6 : Diagramme de séquence système



6.3 Le diagramme des exigences

Le ou les diagrammes des exigences permettent de rendre compte des contraintes de tous types exercées sur le système.

6.3.1 Le diagramme des exigences générales



Autour du bloc « système », trois familles d'exigences sont décrites (couleurs bleue, verte, rouge).

Ces exigences se rapportent au système. Les deux autres diagrammes suivants permettent de préciser des exigences de cahier de charges mais aussi en termes de développement matériel et logiciel.

Les exigences se précisent petit à petit, en avançant dans la compréhension et le développement du projet.



6.3.2 Le diagramme des exigences de l'EDD

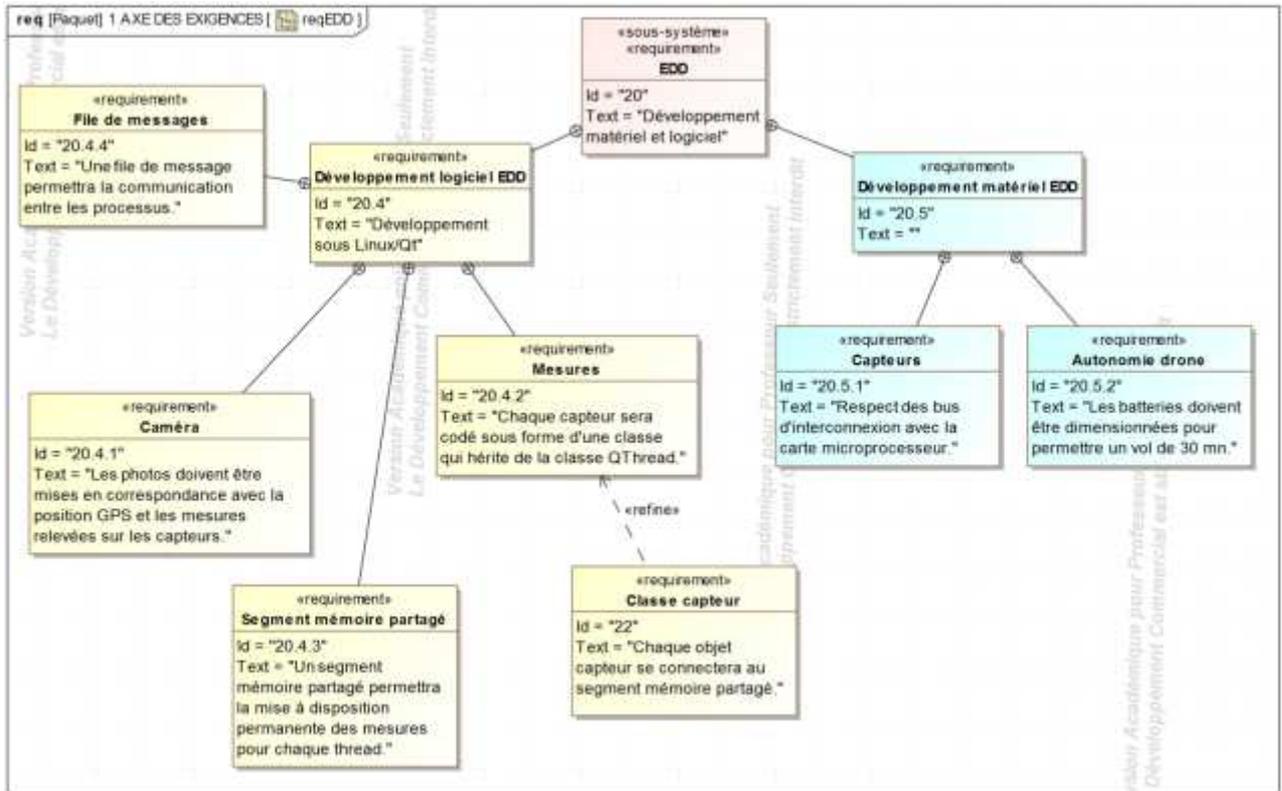


Figure 7 : Diagramme des exigences du sous système EDD



6.3.3 Le diagramme des exigences de la GCS

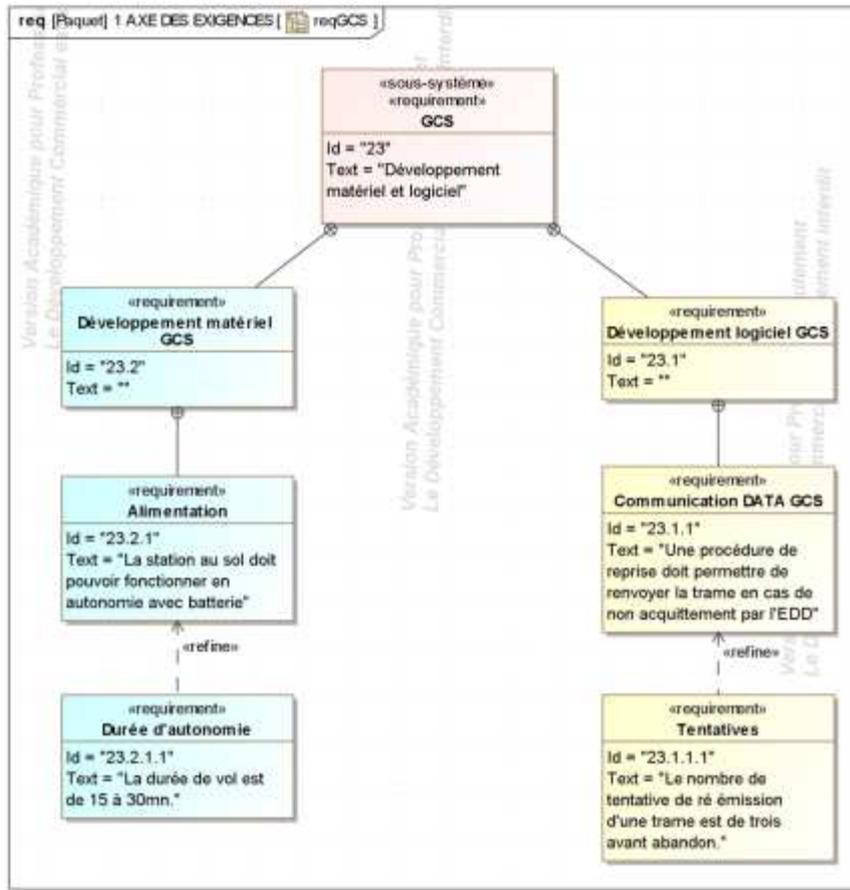
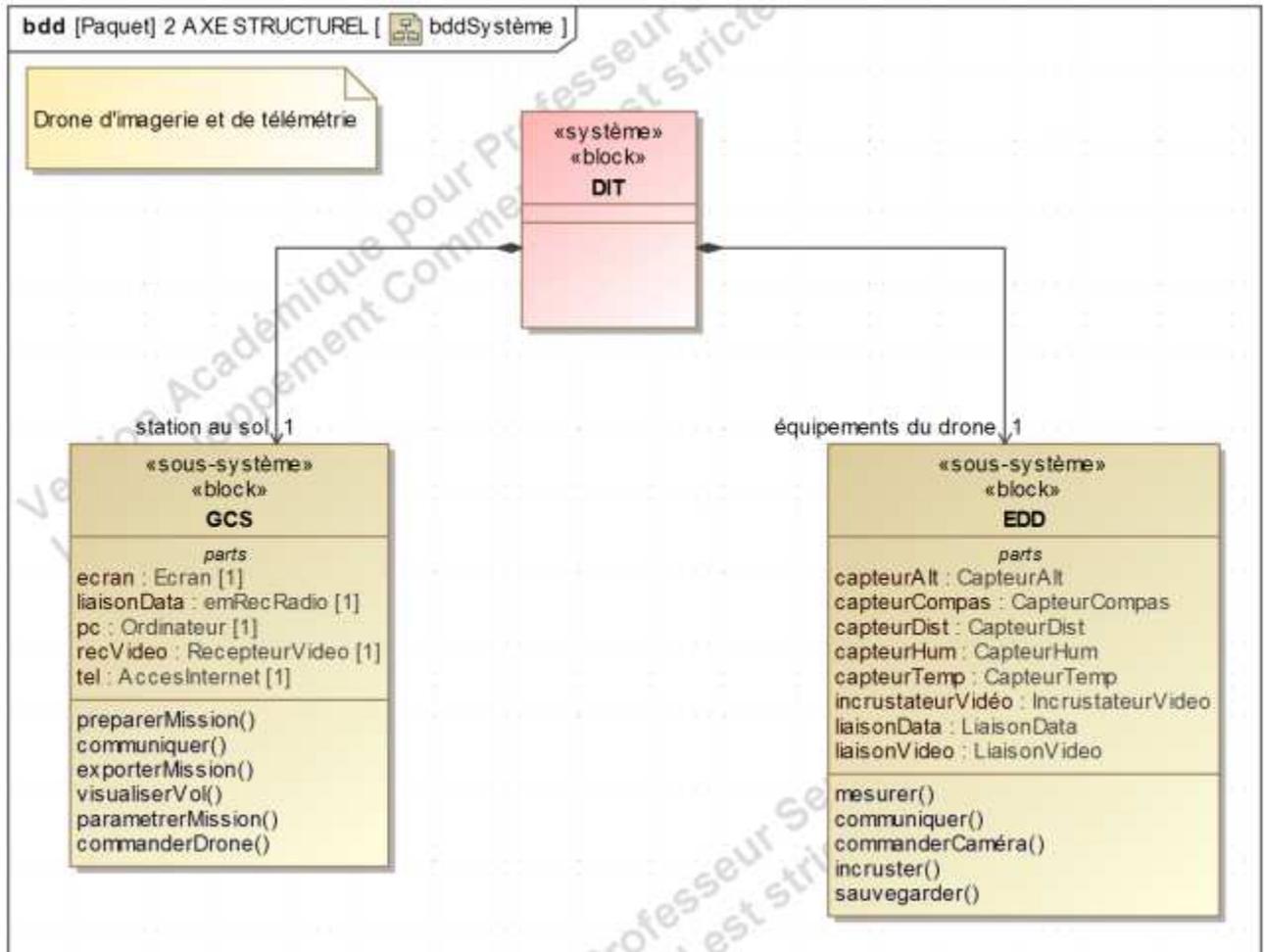


Figure 8 : Diagramme des exigences de la GCS



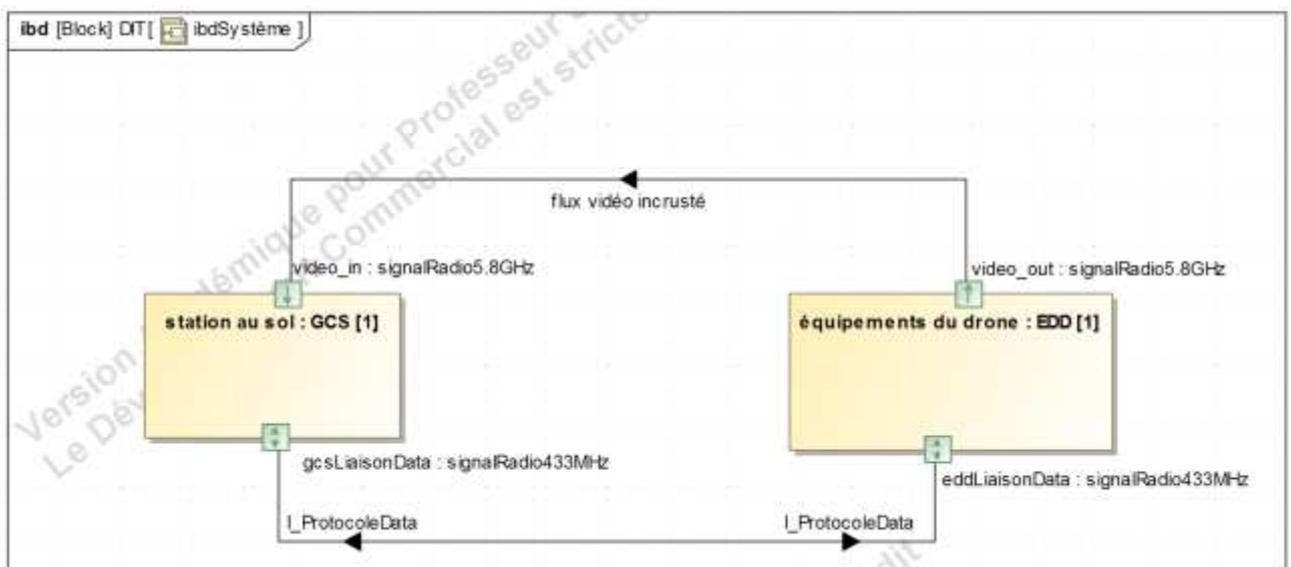
7 Analyse de l'axe structurel (architecture)

7.1 Le diagramme de blocs du système



Il nous permet de distinguer les sous-systèmes étudiés et leur comportements principaux.

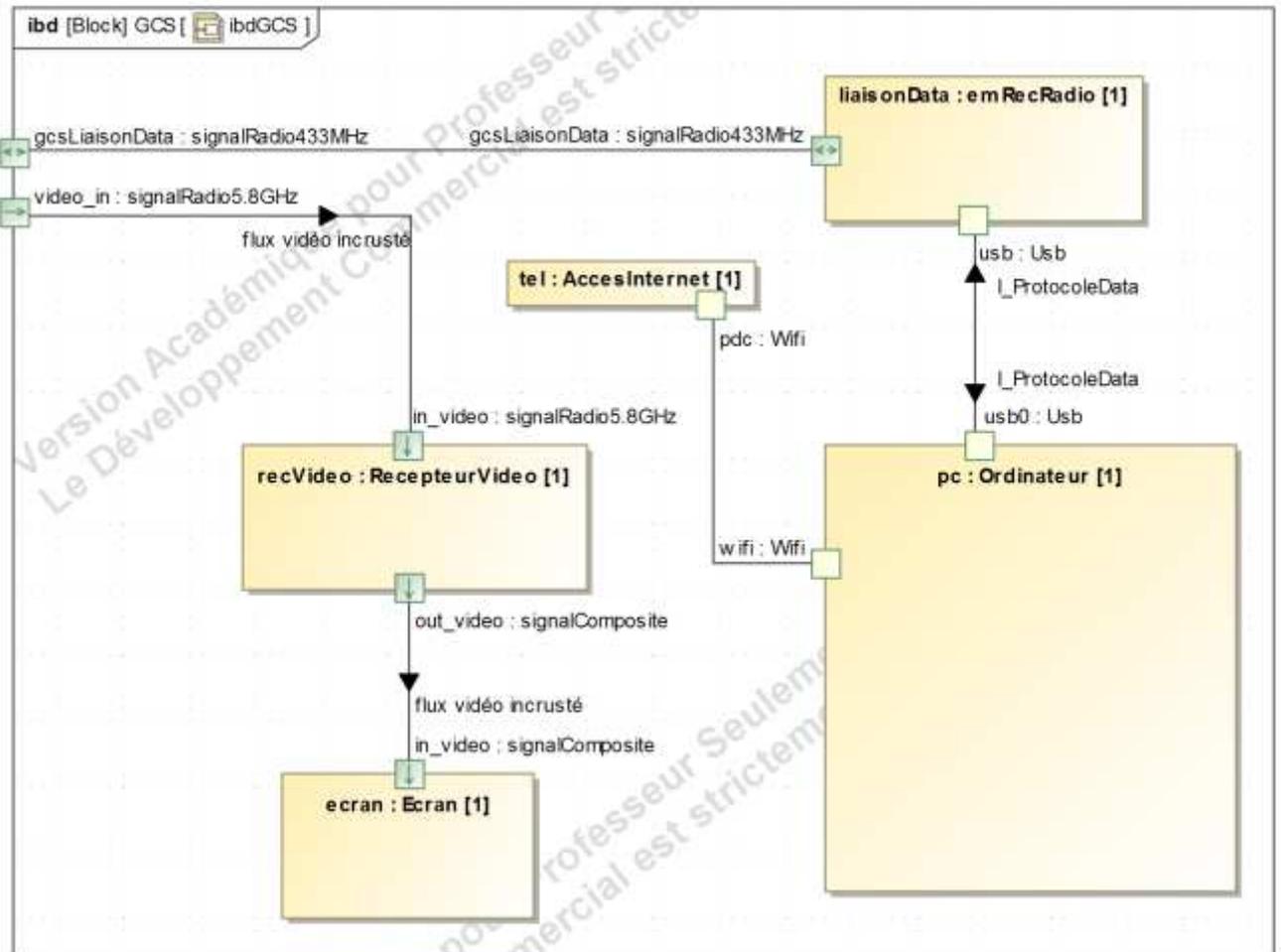
7.2 Le diagramme de blocs internes du système





Il permet de mettre en évidence les liaisons des communications entre les parties EDD et GCS. Même si les fréquences de communication sont citées dans les exigences, il sera possible d'en choisir d'autres. Attention toutefois aux compatibilités des fréquences utilisées.

7.2.1 Diagrammes de bloc interne de la station au sol

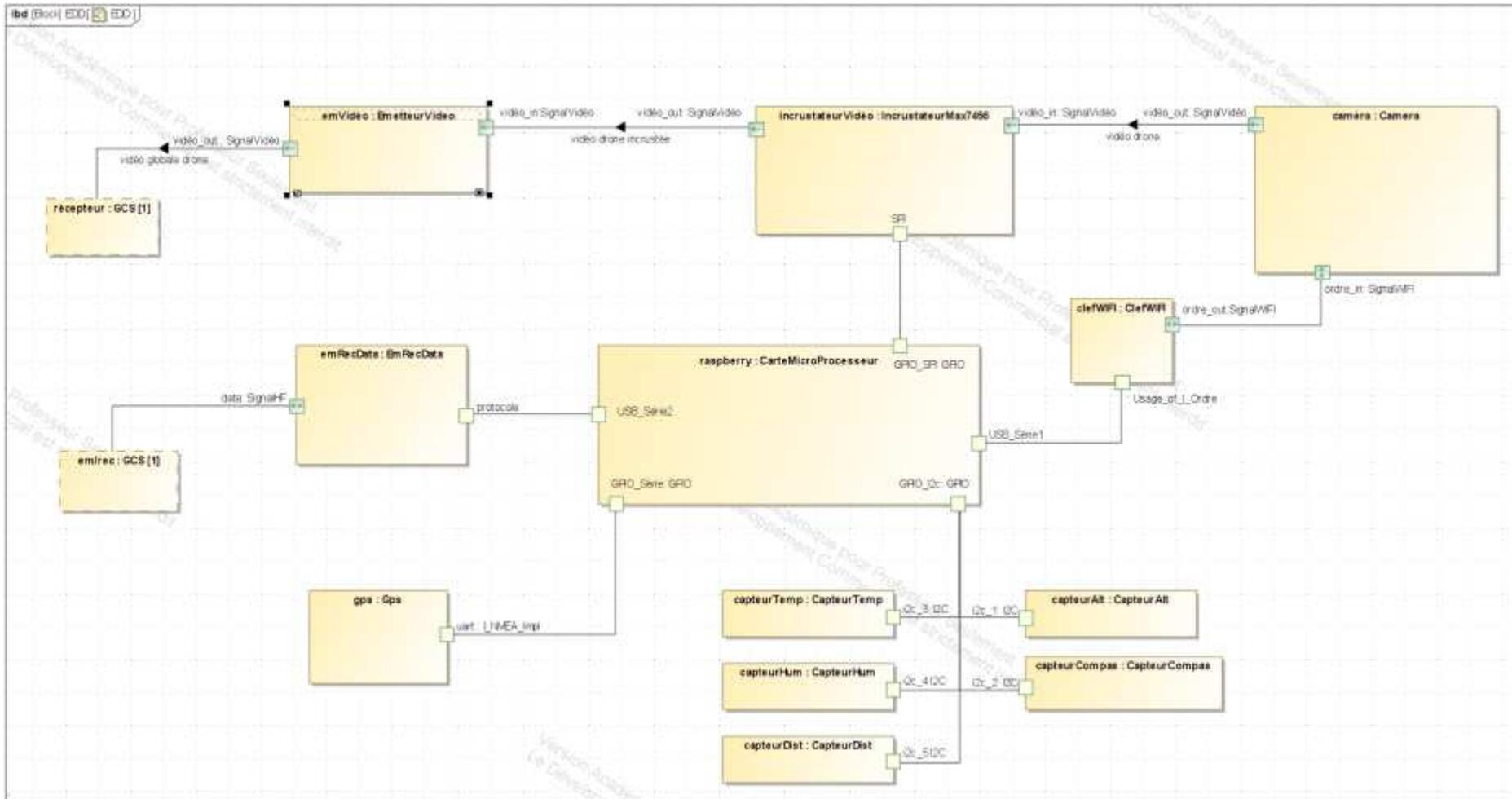


On distingue les trois liaisons de communication spécifiques au projet :

- Le retour vidéo du drone
- La liaison de communication DATA avec le drone
- La liaison (partage de connexion) Internet avec un cloud ou l'entreprise.



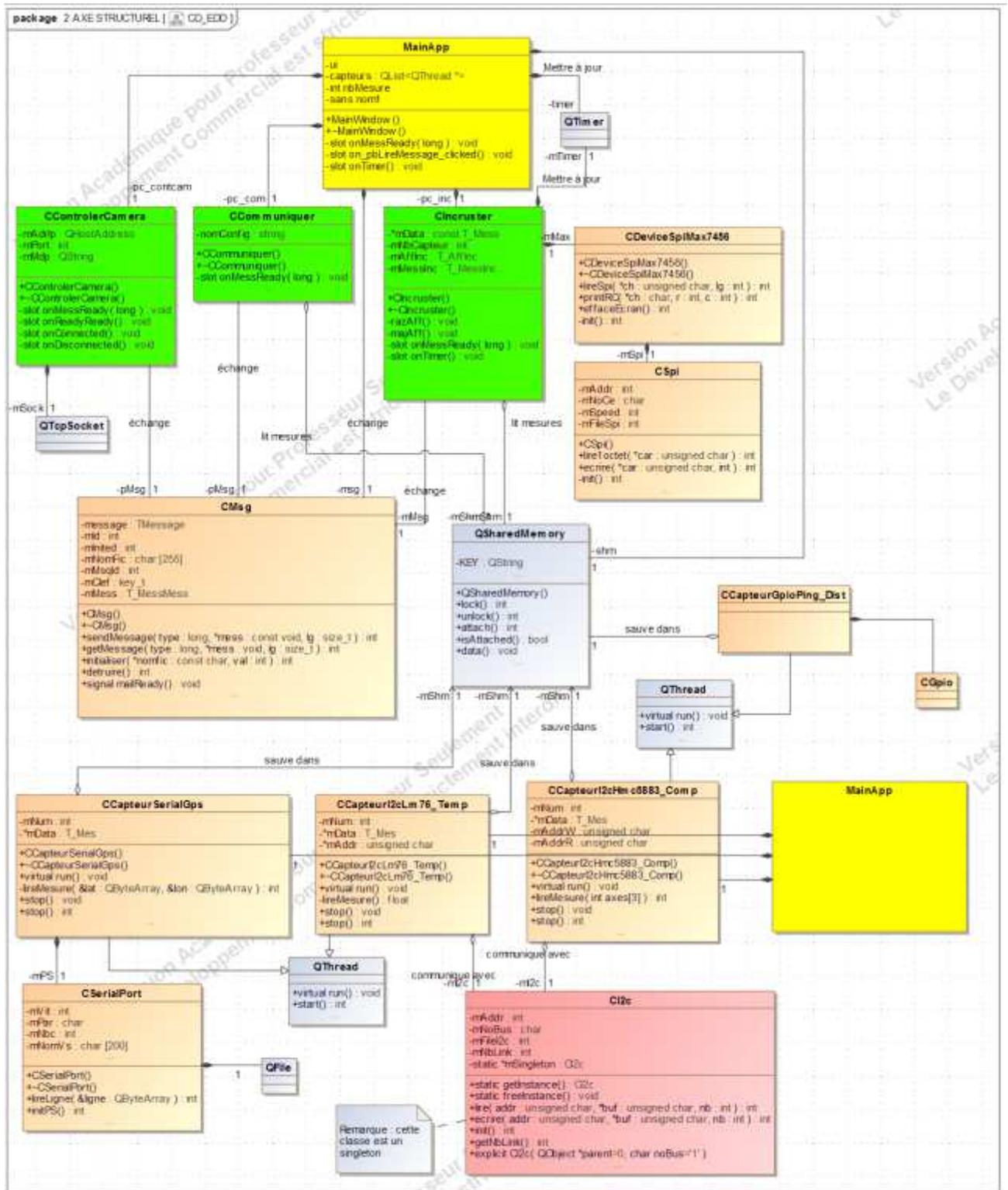
7.3 Diagrammes de bloc interne de l'équipement du drone



Le nombre de capteurs dépendra de la personnalisation de votre cahier des charges.



7.4 Diagramme de classes



Ce diagramme est élaboré avant et pendant le développement pour la solution uP.

Nous avons eu l'idée de gérer la lecture des mesures sous forme de threads (fils d'exécution)(classes **CCapteur*** qui héritent de **QThread**). Un thread pour un capteur. Ce fonctionnement autonome permet de disposer des mesures en permanence.



Il fallait ensuite mettre à disposition ces mesures pour les objets utilisateurs (CCommunicuer, .CIncruster, MainApp). Il a été choisi un segment de mémoire partagé (IPC System V). Il existe dans la bibliothèque Qt la classe QSharedMemory mettant en œuvre le segment de mémoire partagé. Cette classe fournit également un Mutex de protection permettant de protéger les accès concurrents. En effet, plusieurs threads peuvent écrire dans cette mémoire en même temps, ou un processus peut lire pendant qu'un autre écrit. Les données lues pourraient se trouver incohérentes.

Il a aussi été créé une classe par bus de communication (CSpi, CI2c). D'autres classes peuvent être générées si d'autres bus sont utilisés.

La classe CI2c (en rouge) est particulière car il s'agit d'un **singleton**. Le rôle de cette classe est de s'assurer qu'il n'existera qu'une seule instance d'objet pour tous les objets utilisateurs. Pourquoi ? Car nous utilisons le module Linux livré avec la RaspBerry pour accéder au driver par défaut du bus I2c. Il est ainsi possible de lire/écrire des informations I2c par le fichier spécial `/dev/i2c-1`. Ce fichier ne peut être ouvert qu'une seule fois, d'où la justification du singleton. Un seul objet donc une seule ouverture du fichier. Il existe sur internet des modèles de singleton.

La possibilité de communiquer entre les objets est assurée par une file de messages (IPC système V). Cette classe (CMsg) n'existant pas dans la bibliothèque Qt, elle a été créée (encapsulation des fonctions `msgget`, `msgrcv`, `msgsnd`, `msgctl`). Grâce au mécanisme des signaux/slots, chaque objet utilisateur peut être averti de la présence d'un message dans la file et vérifier qu'il lui est adressé.



8 Analyse de l'axe dynamique

Plusieurs diagramme peuvent être envisagés.

8.1 Diagramme d'états (orienté mission)

Ce diagramme permet de mettre en évidence les trois états du système, et de décrire le super état « vol ».

Il est donc possible durant le vol de d'autoriser la sauvegarde des mesures ou de l'interrompre.

Cela peut être particulièrement utile dans le cas d'un drone se déplaçant d'un pilône à l'autre sur un pont. Il ne sera dès lors pas nécessaire de stocker les mesures pendant le déplacement.

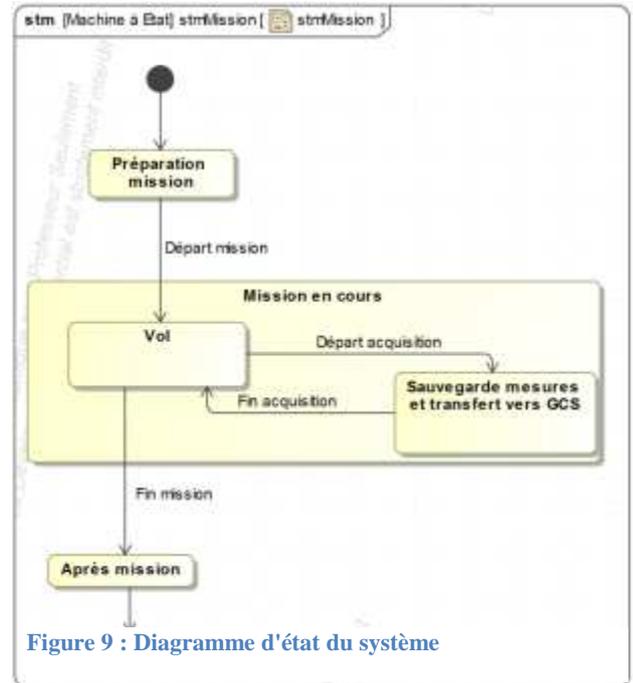
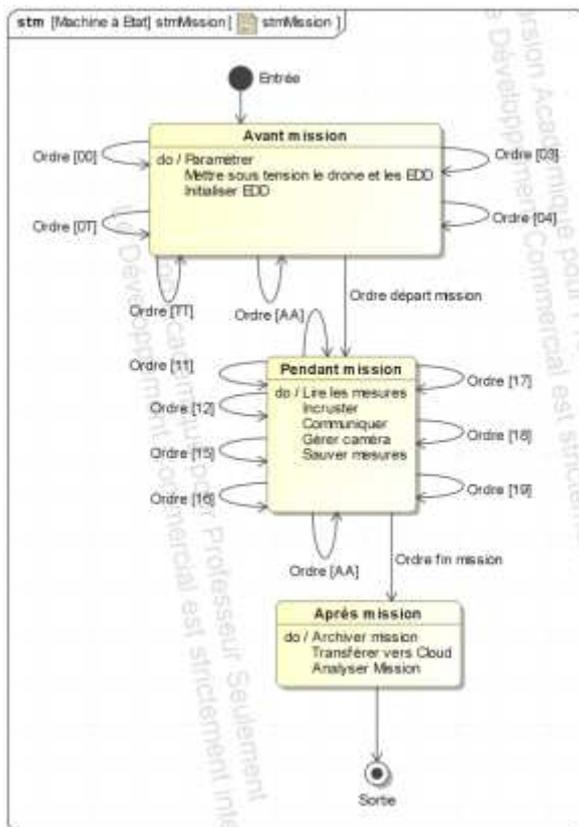


Figure 9 : Diagramme d'état du système

8.2 Diagramme d'états (orienté protocole)



Dans ce diagramme, on met en évidence les éléments de protocole de la liaison DATA utilisable selon l'état du système.

Cela donne de bonnes indications à l'équipe de développement pour sécuriser le protocole (cf document descriptif du protocole DATA).



9 Axe transverse

Enfin, dans selon les capteurs, il faudra veiller à convertir les mesures lues. Le diagramme paramétrique rend compte de ces conversions pour les capteurs que nous avons utilisés : HCM5883 pour le compas et LM76 pour la température.

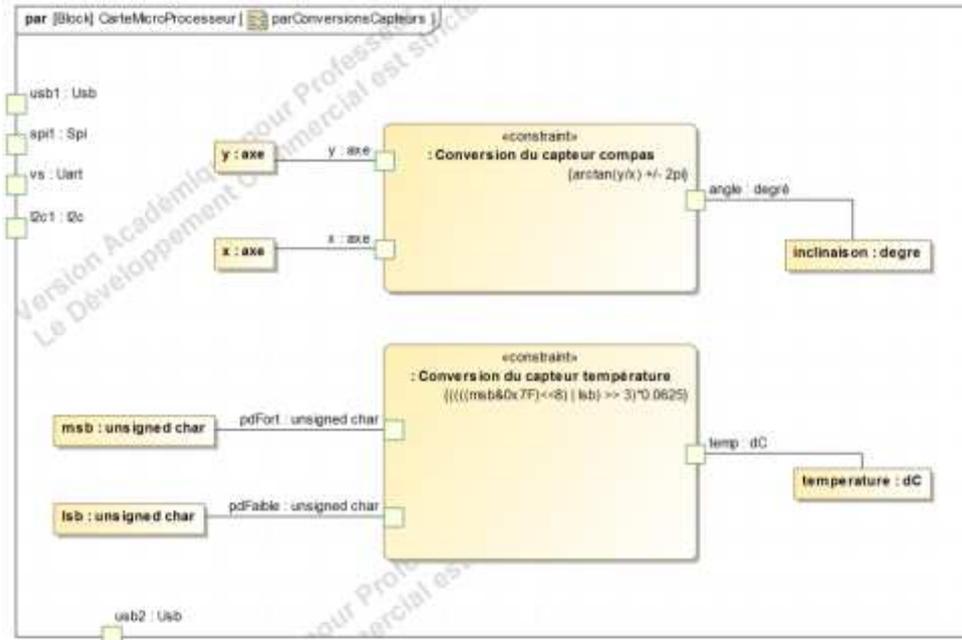


Figure 10 : Diagramme paramétrique température et compas



10 Conclusion

Même si faire voler un drone est très compliqué du fait des lois et de la sécurité, ce système reste très intéressant car il regroupe les spécialités attendues pour le BTS SN IR et EC.

Avec la version microprocesseur comme EDD, il permet de couvrir la plupart des notions de la programmation orientée objets, la communication réseau et par bus, l'accès à un SGBD (Système de Gestion de Bases de Données).

Il donne la possibilité de développer des prototypes d'interfaces de capteurs avec des contraintes réelles d'implantation sur le drone, de procéder à des choix de capteurs, d'émetteur/récepteur et de bus pour les liaisons de communication.

Pour ceux qui n'ont pas de drone ou qui ne souhaite pas forcément le faire voler, il peut être intéressant de soumettre le projet de conception du drone à la section STI2D ITEC de l'établissement. C'est ce que nous avons proposé et ce projet conjoint ne manquera pas de motiver les élèves et étudiants car ils devront collaborer pour intégrer à la fois les contraintes aérodynamique et l'emplacement des équipements du drone.

Nous planifierons ce projet pour l'année 2017.



11 Travaux cités

Donnaes, P. (2012, 08 16). *Un drone pour ausculter le viaduc de Millau*. Récupéré sur <http://www.lemoniteur.fr>: <http://www.lemoniteur.fr/article/surprises-du-btp-un-drone-pour-ausculter-le-viaduc-de-millau-18791755>

ISO15288. (s.d.). *INGÉNIERIE DES SYSTÈMES ET DU LOGICIEL - PROCESSUS DU CYCLE DE VIE DU SYSTÈME*.

ROQUES, P. (2013). *Modélisation des systèmes complexes*. Mayenne: Eyrolles.