

BTS Systèmes Numériques
Option : IR – EC
E 6-2 – PROJET TECHNIQUE

Dossier de présentation et de validation du projet (*consignes et contenus*)

Groupement académique :	Créteil Paris Versailles	Session :	2016
Lycée :	LPO La Fayette 0770920G		
Ville :	Champagne-sur-Seine		
N° du projet :	1790-3	Nom du projet :	SIMULATEUR 1790 – TABLEAUX DE BORD

Projet nouveau	Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>		Projet interne	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>
				Statut des étudiants	Formation initiale <input checked="" type="checkbox"/>	Apprentissage <input type="checkbox"/>
Spécialité des étudiants	EC <input type="checkbox"/>	IR <input checked="" type="checkbox"/>	Mixte <input type="checkbox"/>	Nombre d'étudiants :	4	
Professeurs responsables :	A. Facchin, P. Maylaender, A. Menu (<i>rédacteur</i>)					

Sommaire

1. Présentation et situation du projet dans son environnement.....	2
1.1. Contexte de réalisation.....	2
1.2. Présentation du projet.....	2
1.3. Situation du projet dans son contexte.....	3
1.4. Cahier des charges – Expression du besoin.....	3
2. Spécifications.....	5
2.1. Diagrammes UML/SYSML.....	5
2.2. Contraintes de réalisation.....	6
2.3. Ressources mises à disposition des étudiants.....	7
3. Répartition des fonctions ou cas d'utilisation par étudiant.....	8
4. Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées.....	9
5. Planification.....	10
6. Condition d'évaluation pour l'épreuve E6-2.....	12
6.1. Disponibilité des équipements.....	12
6.2. Atteintes des objectifs du point de vue client.....	12
6.3. Avenants.....	12
7. Observation de la commission de validation.....	13
7.1. Avis formulé par la commission de validation.....	13
7.2. Nom des membres de la commission de validation académique.....	13
7.3. Visa de l'autorité académique.....	13

1. Présentation et situation du projet dans son environnement

1.1. Contexte de réalisation

Constitution de l'équipe de projet :	Étudiant 1	Étudiant 2	Étudiant 3	Étudiant 4
Projet développé :	Au lycée / centre de formation <input checked="" type="checkbox"/>		Entreprise <input type="checkbox"/>	Mixte <input type="checkbox"/>
Type de client ou donneur d'ordre (commanditaire) :	Entreprise ou organisme commanditaire Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Nom : SDIS77 / UDSP77 Adresse : 56, avenue de Corbeil – 77 000 Melun Contact : Col. D. Munch (chargé de mission), Adj. S. Diehl Origine du projet : Idée : Lycée <input type="checkbox"/> Entreprise <input checked="" type="checkbox"/> Cahier des charges : Lycée <input type="checkbox"/> Entreprise <input checked="" type="checkbox"/> Suivi du projet : Lycée <input checked="" type="checkbox"/> Entreprise <input type="checkbox"/>			
Si le projet est développé en partenariat avec une entreprise :	Nom de l'entreprise : Adresse de l'entreprise : Site Web : http://..... Tél. : Mail du contact :			

1.2. Présentation du projet

Le SDIS 77 développe depuis quelques années (2003) une politique d'utilisation de moyens hélicoptérés dans le cadre de ses missions péri-opérationnelles et opérationnelles. Ces missions aussi variées, que la reconnaissance aérienne, la recherche de personnes, la projection de spécialistes (GRIMP, plongeurs, équipes cynophiles...) ou le transport sanitaire hélicoptéré (TSH) impliquent l'ensemble des personnels opérationnels du SDIS 77.



La nécessité de réaliser des formations initiales et continues est primordiale au regard de ces missions. L'utilisation des hélicoptères opérationnels à des fins de formation est rendu difficile, car ces derniers sont utilisés de plus en plus pour les missions de secours.



La réalisation d'un simulateur sur la base d'une cellule d'hélicoptère pourra répondre aux exigences de formation, de disponibilités et de variété des scénarii de missions. De la formation à la navigation destinée aux officiers, à la sensibilisation aux règles de sécurité aux abords des aéronefs impliquant chaque sapeur-pompier en passant par la para médicalisation à bord d'un hélicoptère impliquant le personnel de santé, la simulation est aujourd'hui un outil incontournable en matière de formation.

Les objectifs de ce projet sont multiples :

- Formation des officiers sapeurs-pompiers à la navigation aérienne en les mettant en situation ;
- Familiarisation des personnels avec l'environnement physique d'un hélicoptère ;
- Entraînement à la réalisation des missions (reconnaitances, évaluations...).

1.3. Situation du projet dans son contexte

Domaine d'activité du système support d'étude :	<ul style="list-style-type: none">■ télécommunications, téléphonie et réseaux téléphoniques■ informatique, réseaux et infrastructures■ multimédia, son et image, radio et télédiffusion■ mobilité et systèmes embarqués<input type="checkbox"/> électronique et informatique médicale■ mesure, instrumentation et micro-systèmes<input type="checkbox"/> automatique et robotique
---	---

1.4. Cahier des charges – Expression du besoin

Le projet, dans sa globalité, consiste à équiper une cellule réelle d'Alouette 3 (n°1790) -appareil monoturbiné mythique- de façon à permettre :



- L'envoi des informations des commandes de vol réelles du poste de pilotage vers un logiciel de simulation ;
- La diffusion des paramètres de vol des instruments vers la planche de bord du poste de pilotage via une interface numérique ;
- La projection des images de l'environnement externe de la cellule délivrées par le logiciel de simulation de vol sur un écran ;
- La reproduction de l'ambiance sonore intérieure de l'hélicoptère ;
- La communication interne (réseau Intercom) et externe (réseau radio).

La réalisation complète du simulateur est programmée sur 3 ans (durée de la mise à disposition de la cellule d'hélicoptère dans les locaux du lycée).

Cette première phase du projet (session 2016 du BTS SN-IR) concerne l'instrumentation des commandes de vol de la cellule, la reproduction d'instruments du tableau de bord et l'interfaçage de l'ensemble avec le logiciel de simulation X Plane.

Le travail à réaliser pour cette phase 1 est scindé en trois équipes :

- le projet 1790-1 (3 ou 4 étudiants) est relatif aux commandes de vol, actuateurs du logiciel de simulation ;
- le projet 1790-2 (4 étudiants) concerne les instruments du tableau de bord pilotés par les données temps-réel fournies par le simulateur de vol ;
- le projet 1790-3 (4 étudiants) étend le précédent par le développement d'un module d'E/S permettant d'interfacer divers éléments de la cellule réelle (témoins lumineux, interrupteurs, potentiomètres...) avec le simulateur.

Cahier des Charges 1790-3 :

Le tableau de bord principal de la cellule fournie par le client est dépourvu de tout instrument. La configuration d'origine de la machine SA316B est en général la suivante :



Instruments gyroscopiques :

- 3 – indicateur d’assiette (horizon artificiel)
- 11 – indicateur de virage/dérapiage (bille)
- 7 – conservateur de cap

Instruments utilisant la pression statique :

- 1 – indicateur d’altitude (altimètre)
- 2 – indicateur de vitesse verticale (variomètre)
- 4 – indicateur de vitesse (anémomètre)

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
			13

Instruments de navigation :

- 5 – VOR
- 6 – ILS

Autres instruments :

- 8 – indicateur/calculateur de pas
- 13 – horloge/chronomètre

L’illustration ci-dessus présente un exemple de configuration réelle (sans l’emplacement n°13).

Les instruments de base, communs à tous les aéronefs, sont nommés « *the standard six* » :

<i>standard</i>	<i>SA316B</i>	<i>primary information</i>	<i>adjustment</i>
ALT : Altimeter	1	altitude (m, ft)	reference pressure (QNH)
VSI : Vertical Speed Indicator	2	rate of climb / descent (m/s, ft/min.)	
AH : Artificial Horizon	3	pitch and roll	reference 'wing bars' up or down
ASI : AirSpeed Indicator	4	air speed (km/h, kts)	TAS (True AirSpeed) scale
DG : Directional Gyro	7	heading	heading 'bug'
TC : Turn Coordinator	11	rate of turn, sideslip	

Comme expliqué dans le CdC 1790-2, le tableau de bord principal se verra superposer un écran standard et un masque à trous ; ce dernier sera équipé de potentiomètres pour les instruments réglables et de voyants et/ou interrupteurs pour les emplacements 9, 10 et 12.

La cellule possède par ailleurs son tableau de commandes « plafond » intact →



Le projet 1790-3 est complémentaire du projet 1790-2.

Son premier objectif est de permettre la remise en service de divers éléments des tableaux de bord tels que les voyants d’alarme ou autres interrupteurs. La liste de ces éléments inclut les organes de réglage des instruments de vol.

La solution retenue consiste à réaliser un module embarqué de gestion d’E/S, sur base Arduino, se comportant comme un esclave Modbus/IP. Ce module sera ainsi aisément duplicable pour augmenter le nombre d’éléments des tableaux de bord pris en charge.

Le module esclave doit, pour ce premier exemplaire, permettre au minimum de gérer 2 entrées analogiques (réglages d’instruments) et 12 E/S TOR (emplacements 9,10 et 12).

Le deuxième objectif du projet 1790-3 est de compléter « *the standard six* » par le développement des instruments réglables ALT (réglage QNH) et ASI (réglage TAS).

2. Spécifications

2.1. Diagrammes UML/SYSML

Vue globale « client » :

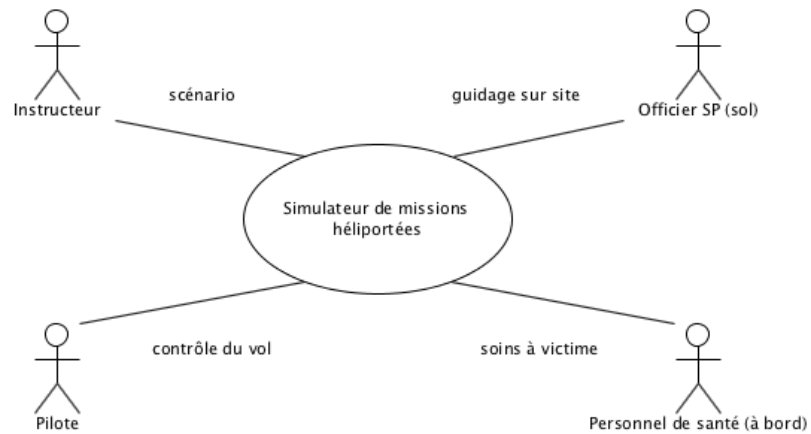


Diagramme de cas d'utilisation phase 1 :

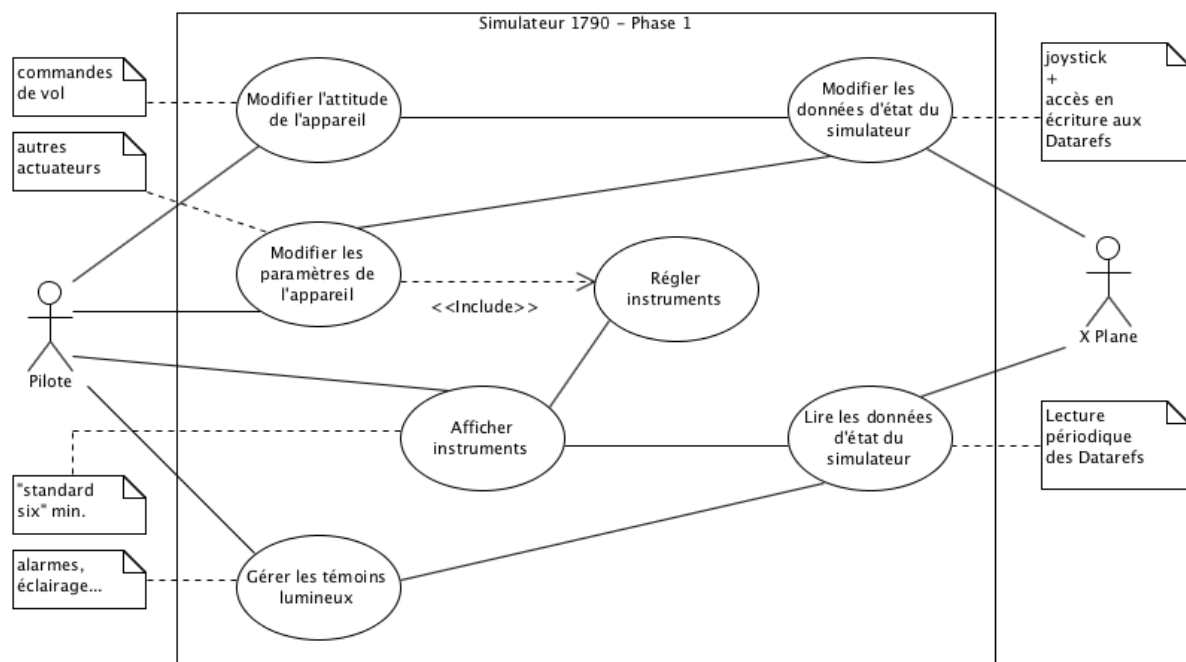
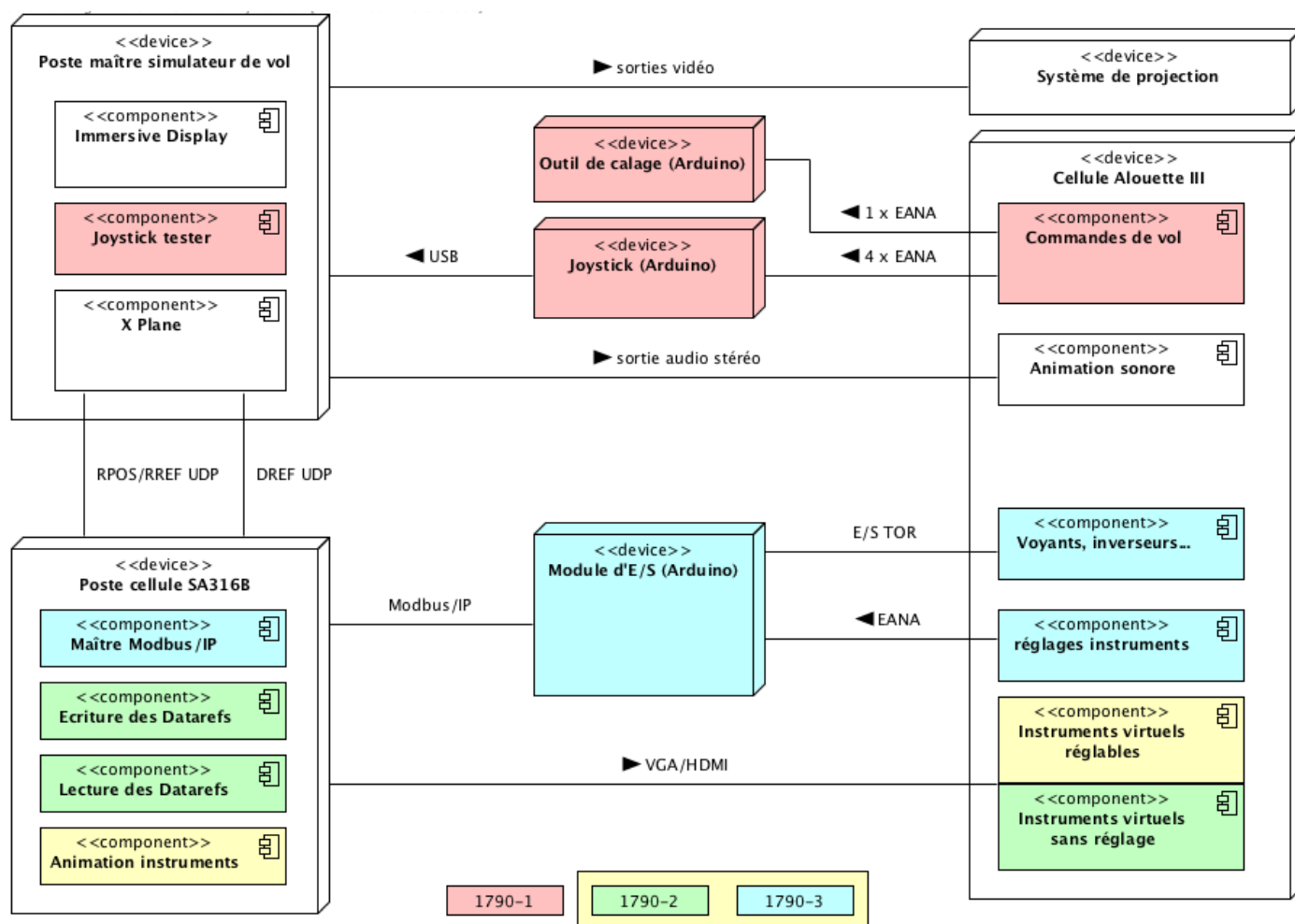


Diagramme de déploiement phase 1 :



2.2. Contraintes de réalisation

Contraintes financières (budget alloué) :

Phase 1 : Financement de l'ordre de 6000 € par le SDIS77 pour l'achat d'un poste dédié au simulateur de vol X Plane avec carte graphique disposant de plusieurs sorties, de deux vidéo-projecteurs adaptés et des licences logicielles X Plane 10 et Immersive Display (devis établi par l'équipe enseignante).

Contraintes de développement (matériel et/ou logiciel imposé / technologies utilisées) :

Phase 1 : Poste de simulation sous S.E. Windows, tableau de bord virtuel matérialisé par un écran standard, prototypage à moindre coût des capteurs de commandes de vol (faisabilité). Ecran de projection de forme cylindrique sur min. 110°, 2 mètres de haut, réalisé par le lycée.

Contraintes qualité (conformité, délais...) :

Phase 1 : Courant mai/juin, tests en vol avec X Plane (validation prévue par pilote breveté du SDIS), commandes de vol réelles opérationnelles et réalistes, instruments mis à jour en temps réel.

Contraintes de fiabilité, sécurité :

Phase 1 : Pérennité des chaînes d'acquisition des commandes de vol, facilité de maintenance/réglage.

2.3. Ressources mises à disposition des étudiants

Documentation spécifique :

- Manuel d'instruction SA316B (Alouette III) tomes 1 & 2 ;
- Manuel de vol SA316B
- Getting/Setting Data from/to X-Plane
- Modbus Messaging Implementation Guide

Ressources matérielles :

- Cellule d'Alouette III n°1790, avec commandes de vol (collectif, manche cyclique et palonnier) mais dépourvue de ses instruments d'origine ;
- Capteurs angulaires potentiométriques ;
- Poste maître « simulateur de vol » équipé de son système de vidéo-projection et d'une sortie audio stéréo ;
- Poste embarqué S.E. Linux à installer/configurer ;
- Modules Arduino

Ressources logicielles :

- Logiciel X Plane version 10 ou supérieure ;
- Logiciel Immersive Calibration / Immersive Display ;
- Environnement de développement C++/Qt version 5.5 ou supérieure ;
- Classe Qt de base QFlightInstrument ;
- Ensemble d'outils et de classes Qt « Modbus over IP » ;
- Outil de développement pour Arduino ;
- Librairie « Modbus over IP » pour Arduino ;
- Librairie(s) « joystick » pour Arduino (projets Arduino-usb, unjoy ...).

3. Répartition des fonctions ou cas d'utilisation par étudiant

	Fonctions à développer et tâches à effectuer	installation	mise en œuvre	configuration	réalisation	documentation
Étudiant 1 EC <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/>	Concevoir un esclave Modbus/IP de gestion d'E/S : <ul style="list-style-type: none"> étude du protocole Modbus/IP ; <ul style="list-style-type: none"> commandes de lecture de données 16 bits ; commande de lecture/écriture de données 1 bit ; définition de l'architecture matérielle (connectique ...) ; mise en œuvre logicielle ; tests et validation. 		x	x	x	x
Étudiant 2 EC <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/>	Intégrer à l'application centrale un maître Modbus/IP spécialisé : <ul style="list-style-type: none"> étude du protocole Modbus/IP ; <ul style="list-style-type: none"> commandes de lecture de données 16 bits ; commande de lecture/écriture de données 1 bit ; mise en œuvre du module logiciel maître ; définition de la cartographie Modbus, intégration des E/S au fichier de configuration de l'application ; tests et validation. 		x	x	x	x
Étudiant 3 EC <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/>	Créer et animer l'instrument réglable ALT : <ul style="list-style-type: none"> étude du rôle et du fonctionnement de l'instrument ; modélisation des parties fixes et mobiles ; mise en œuvre logicielle par spécialisation de la classe Qt QFlightInstrument ; tests et validation. 		x		x	x
Étudiant 4 EC <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/>	Créer et animer l'instrument réglable ASI : <ul style="list-style-type: none"> étude du rôle et du fonctionnement de l'instrument ; modélisation des parties fixes et mobiles ; mise en œuvre logicielle par spécialisation de la classe Qt QFlightInstrument ; tests et validation. 		x		x	x

Notes :

La classe Qt fournie, nommée QFlightInstrument, est dérivée de QWidget. Elle permet de positionner sur une IHM un élément graphique piloté par une ou plusieurs grandeurs analogiques, la gestion de la géométrie étant prise en charge par QWidget. Pour chaque grandeur, la classe assure le contrôle des propriétés suivantes : unité, valeurs min. et max., seuils d'alarme bas et haut et valeur instantanée.

La spécialisation de la classe consiste à définir séparément les primitives de dessin (QPainter) pour les parties fixes constituant le *background* de l'instrument (fond, graduations ...) et les parties mobiles à animer en fonction des grandeurs analogiques (aiguille(s)...).

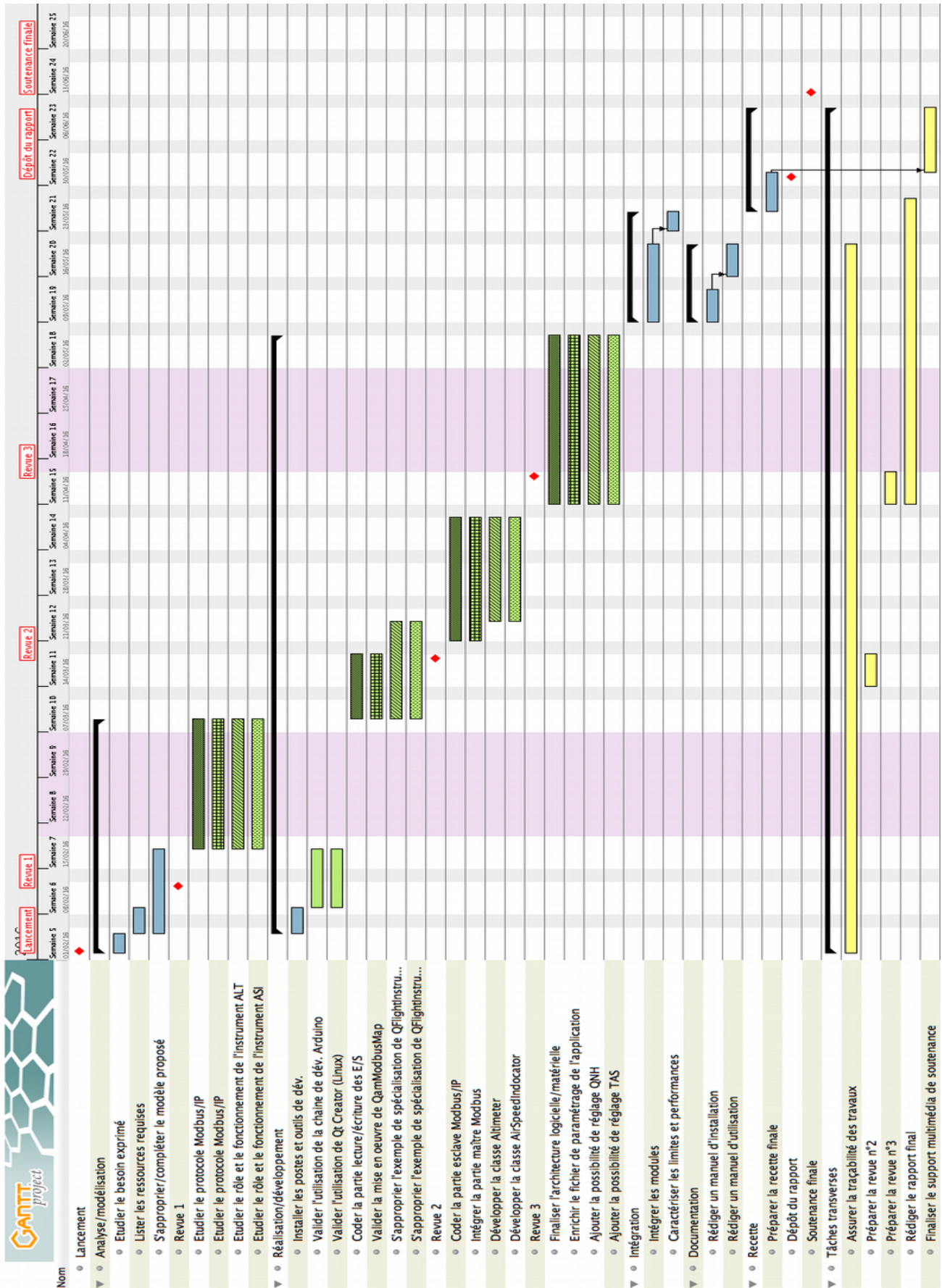
La mise en œuvre de *Modbus over IP* sera réalisée d'une part avec la classe Qt QamModbusMap fournie, et d'autre part avec une librairie Arduino elle aussi fournie.

4. Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées

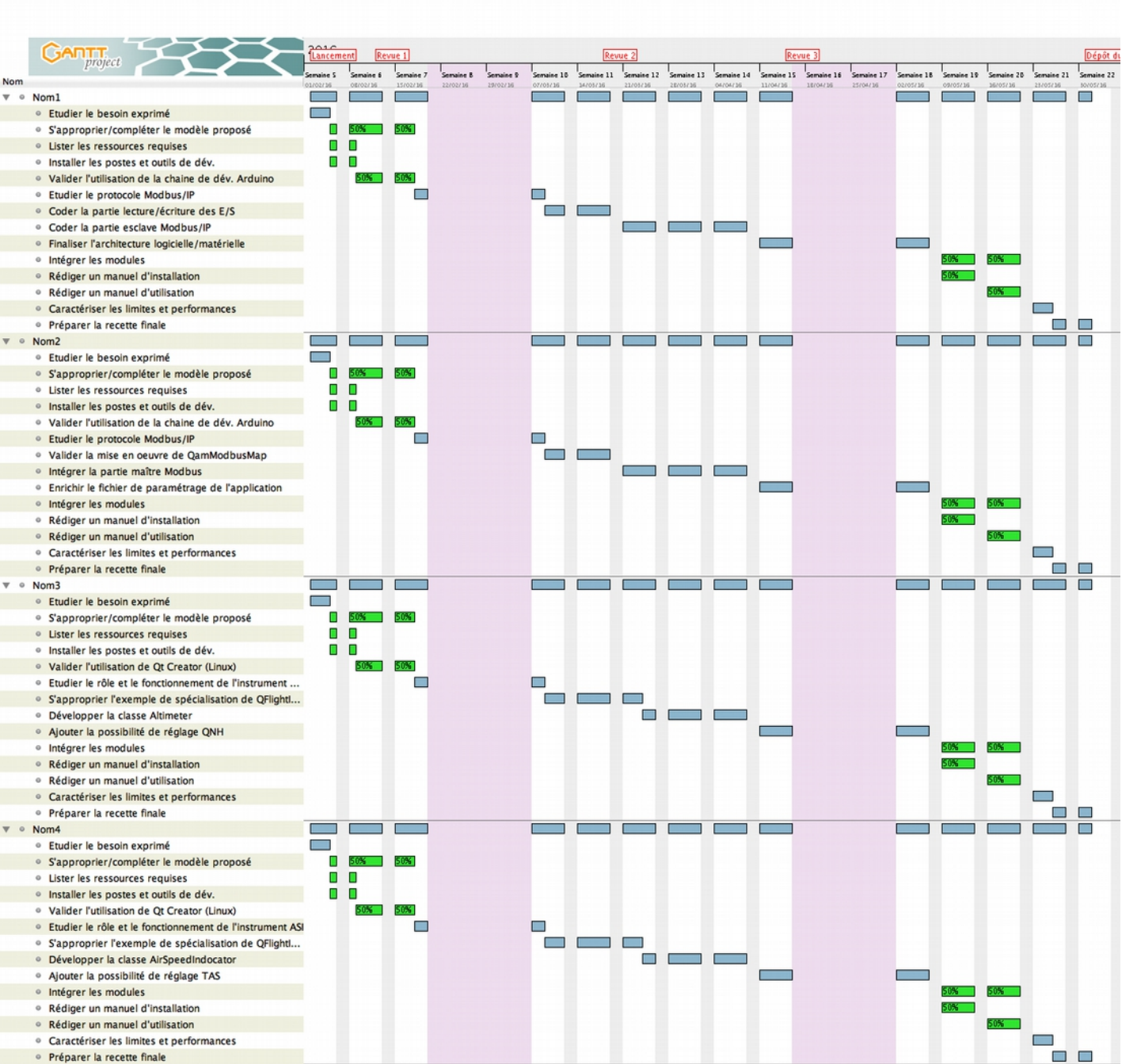
	Electronique & Communications	Informatique & Réseaux	Étudiant 1		Étudiant 2		Étudiant 3		Étudiant 4	
			EC	IR	EC	IR	EC	IR	EC	IR
			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C2.1	Maintenir les informations		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C2.2	Formaliser l'expression d'un besoin		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C2.3	Organiser et/ou respecter la planification d'un projet		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C2.4	Assumer le rôle total ou partiel de chef de projet		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C2.5	Travailler en équipe		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C3.1	Analyser un cahier des charges		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C3.3	Définir l'architecture globale d'un prototype ou d'un système		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C3.5	Contribuer à la définition des éléments de recette au regard des contraintes du cahier des charges		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C3.6	Recenser les solutions existantes répondant au cahier des charges		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C3.8	Elaborer le dossier de définition de la solution technique retenue		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C3.9	Valider une fonction du système à partir d'une maquette réelle		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C3.10	Réaliser la conception détaillée d'un module matériel et/ou logiciel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C4.1	Câbler et/ou intégrer un matériel		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C4.2	Adapter et/ou configurer un matériel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C4.3	Adapter et/ou configurer une structure Logicielle	Installer et configurer une chaîne de développement	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C4.4	Fabriquer un sous-ensemble	Développer un module logiciel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C4.5	Tester et valider un module logiciel et Matériel	Tester et valider un module logiciel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C4.6	Produire les documents de fabrication d'un sous-ensemble	Intégrer un module logiciel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
C4.7	Documenter une réalisation matérielle / logicielle		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

5. Planification

Gantt global pour l'équipe projet :



Gantt pour chaque membre de l'équipe :



6. Condition d'évaluation pour l'épreuve E6-2

6.1. Disponibilité des équipements

L'équipement sera-t-il disponible ?

Oui ☒

Non ☐

6.2. Atteintes des objectifs du point de vue client

Que devra-t-on observer à la fin du projet qui témoignera de l'atteinte des objectifs fixés, du point de vue du client ?

Projet global : Engin pilotable avec le simulateur de vol X Plane.

Sous-projet 1790-3 : Instruments de vol ALT et ASI réalistes, réglables et fonctionnels.

6.3. Avenants

Date des avenants : Nombre de pages :

7. Observation de la commission de validation

Ce document initial :

☐ comprend 13 pages et les documents annexes suivants :

(À remplir par la commission de validation qui valide le sujet de projet)

☐ a été étudié par la Commission Académique de validation qui s'est réunie à , le/...../ 20....

Contenu du projet :	Défini <input type="checkbox"/>	Insuffisamment défini <input type="checkbox"/>	Non défini <input type="checkbox"/>
Problème à résoudre :	Cohérent techniquement		Pertinent / À un niveau BTS SN <input type="checkbox"/>
Complexité technique : (liée au support ou au moyen utilisé)	Suffisante <input type="checkbox"/>	Insuffisante <input type="checkbox"/>	Exagérée <input type="checkbox"/>
Cohérence pédagogique : (relative aux objectifs de l'épreuve)	Le projet permet l'évaluation de toutes les compétences terminales <input type="checkbox"/> Chaque candidat peut être évalué sur chacune des compétences <input type="checkbox"/>		
Planification des tâches demandées aux étudiants, délais prévus... :	Projet ... Défini et raisonnable <input type="checkbox"/>	Insuffisamment défini <input type="checkbox"/>	Non défini <input type="checkbox"/>
Les revues de projet sont-elles prévues : (dates, modalités, évaluation)	Oui <input type="checkbox"/>		Non <input type="checkbox"/>
Conformité par rapport au référentiel et à la définition de l'épreuve :	Oui <input type="checkbox"/>		Non <input type="checkbox"/>

Observations :

.....

.....

7.1. Avis formulé par la commission de validation

☐ Sujet accepté en l'état
 ☐ Sujet à revoir :
 ☐ Conformité au Référentiel de Certification / Complexité
☐ Définition et planification des tâches
☐ Critères d'évaluation
☐ Autres :

☐ Sujet rejeté
 Motif de la commission :

7.2. Nom des membres de la commission de validation académique

Nom	Établissement	Académie	Signature

7.3. Visa de l'autorité académique

(nom, qualité, académie, signature)

Nota :

Ce document est contractuel pour la sous-épreuve E6-2 (Projet Technique) et sera joint au « Dossier Technique » de l'étudiant. En cas de modification du cahier des charges, un avenant sera élaboré et joint au dossier du candidat pour présentation au jury, en même temps que le carnet de suivi.