

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 :	1790-1	Nom du projet :	SIMULATEUR 1790 – COMMANDES DE VOL

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 : 3 ou 4		
Professeurs responsables :		A. Facchin, P. Maylaender, A. Menu (<i>rédateur</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 ■		Entreprise □	Mixte □
Type de client ou donneur d'ordre (commanditaire) :	Entreprise ou organisme commanditaire Oui ■ Non □ 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 □ Entreprise ■ Cahier des charges : Lycée □ Entreprise ■ Suivi du projet : Lycée ■ Entreprise □			
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 monoturbine 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 progiciel de simulation X Plane.

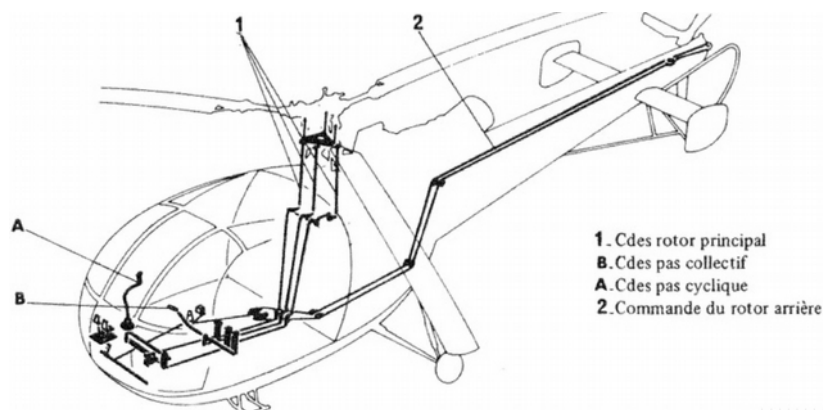
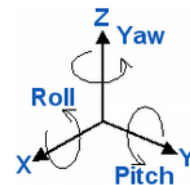
Le travail à réaliser pour cette phase 1 est scindé en trois équipes :

- le projet 1790-1 (3 ou 4 étudiants) est relatif aux commandes de vol, actuateurs du progiciel 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 1790-1 :

La cellule fournie par le client dispose des commandes de vol traditionnelles d'un aéronef à voilure tournante :

- levier de commande du pas collectif du rotor principal – *Altitude* TZ ;
- manche cyclique (inclinaison longitudinale et latérale du rotor principal) – *Roll* RX et *Pitch* RY ;
- palonnier de contrôle du pas du rotor arrière – *Yaw* RZ.



Ces quatre axes de contrôle du vol sont matérialisés mécaniquement par des bielles de renvoi jusqu'au combinateur, bielles situées sous le plancher de l'appareil. Les commandes de vol ont des débattements angulaires relativement faibles et il semble difficile, de part la mécanique d'origine, de placer des capteurs directement sur leurs axes respectifs ; par contre, les bielles transforment ces degrés de rotation en mouvement de translation avec une légère amplification...

Il est donc envisagé de placer des capteurs de déplacement liés aux bielles ; ces capteurs peuvent par exemple être de type potentiomètre à câble. Ces types de capteurs, en version industrielle, ont cependant un coût élevé (exemples : wireSENSOR ref. MK30 analogique, LME-France ref. LX-PA, Scaime ref. SM1).

La mise en place des capteurs sur la cellule sera assurée par l'équipe enseignante.

Le simulateur de vol retenu est X Plane version 10 ou supérieure. Ce progiciel professionnel est conçu pour recevoir les informations de contrôle d'attitude des aéronefs via une manette de jeu multi-axes.

L'enjeu du projet 1790-1 est donc de concevoir un « joystick » capable de récupérer les positions angulaires des commandes de vol de l'Alouette III et de se comporter comme un périphérique standard USB/HID.

Pour cette phase 1 de l'étude, chaque capteur pourra être prototypé par un simple potentiomètre rotatif linéaire couplé à un tambour lui-même entraîné en rotation au moyen d'un câble fixé sur la bielle. Le système embarqué « joystick » sera constitué d'un module Arduino Uno.

Une analyse chiffrée doit être effectuée pour chacun des quatre axes : de la position angulaire absolue des commandes jusqu'aux angles de pas des pales principales et secondaires. Cette étude servira à termes à la mise en place d'un instrument spécifique aux hélicoptères : l'indicateur/calculateur de pas (hors phase 1).

Le système développé doit favoriser un réglage aisé des capteurs (valeurs extrêmes, point de repos ...) ; le client prévoit en effet d'hors et déjà une évolution du produit vers une cellule d'hélicoptère plus moderne (type EC145).

La structure du « joystick » doit aussi permettre d'évoluer dans le futur vers un nombre d'axes plus important, par exemple pour intégrer d'autres commandes telles que le débit (commande lié à la turbine) ; et vers la prise en charge de boutons, par exemple pour prendre en charge ceux situés sur les manettes du manche cyclique et du collectif.

2. Spécifications

2.1. Diagrammes UML/SYSML

Vue globale « client » :

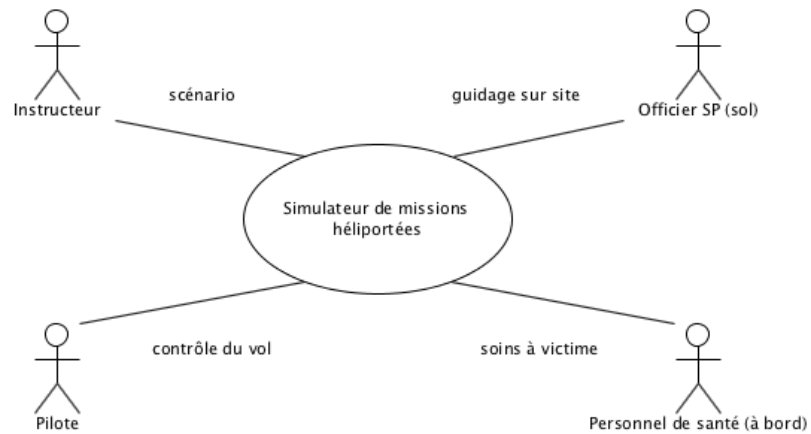


Diagramme de cas d'utilisation phase 1 :

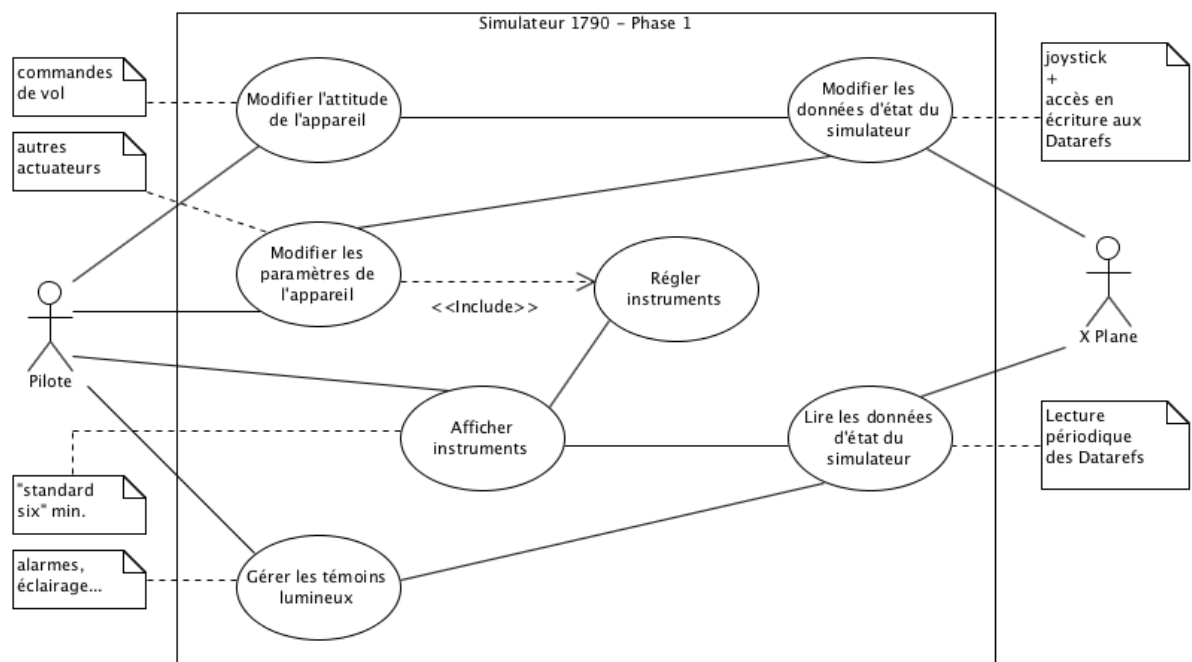
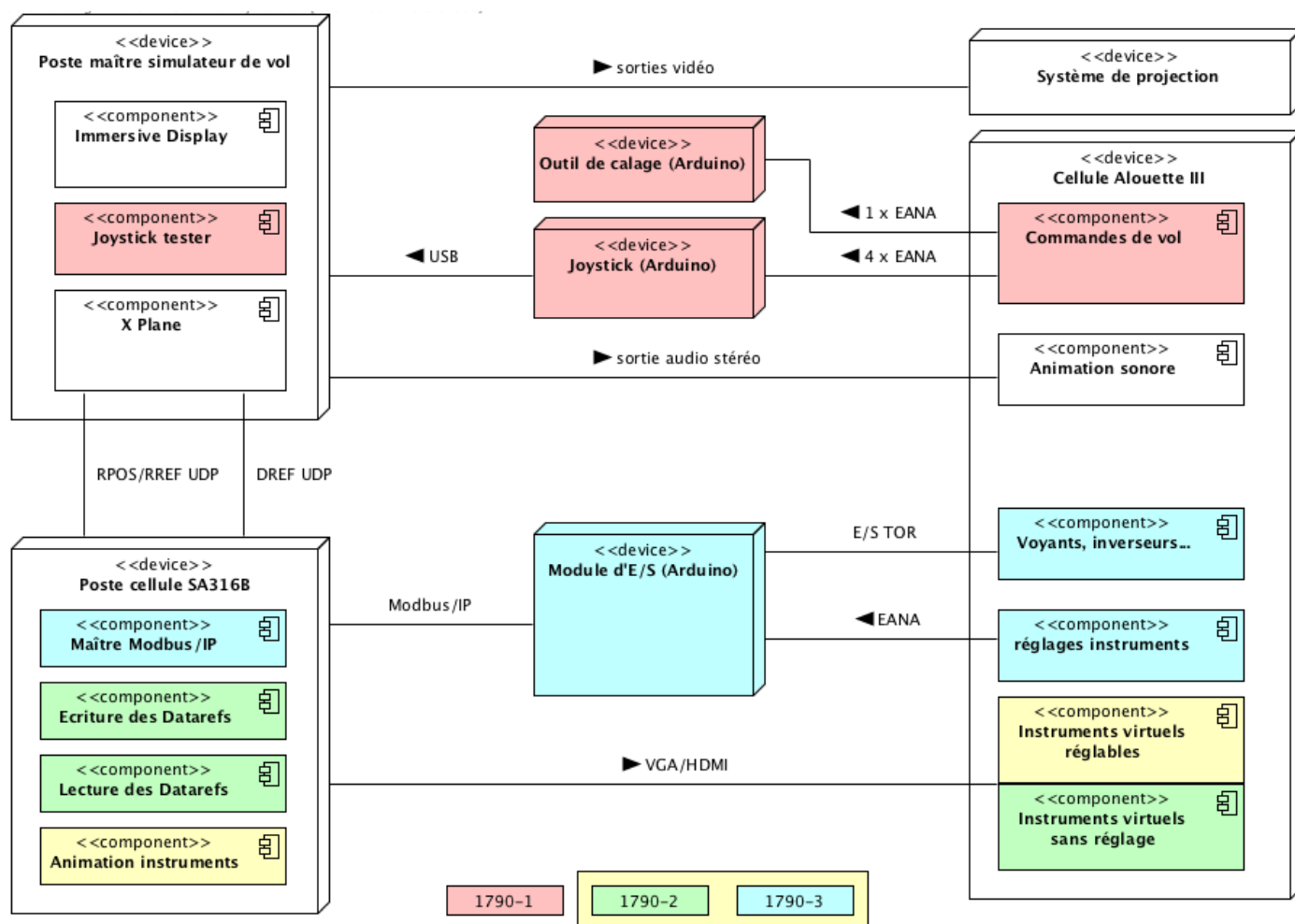


Diagramme de déploiement phase 1 :



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

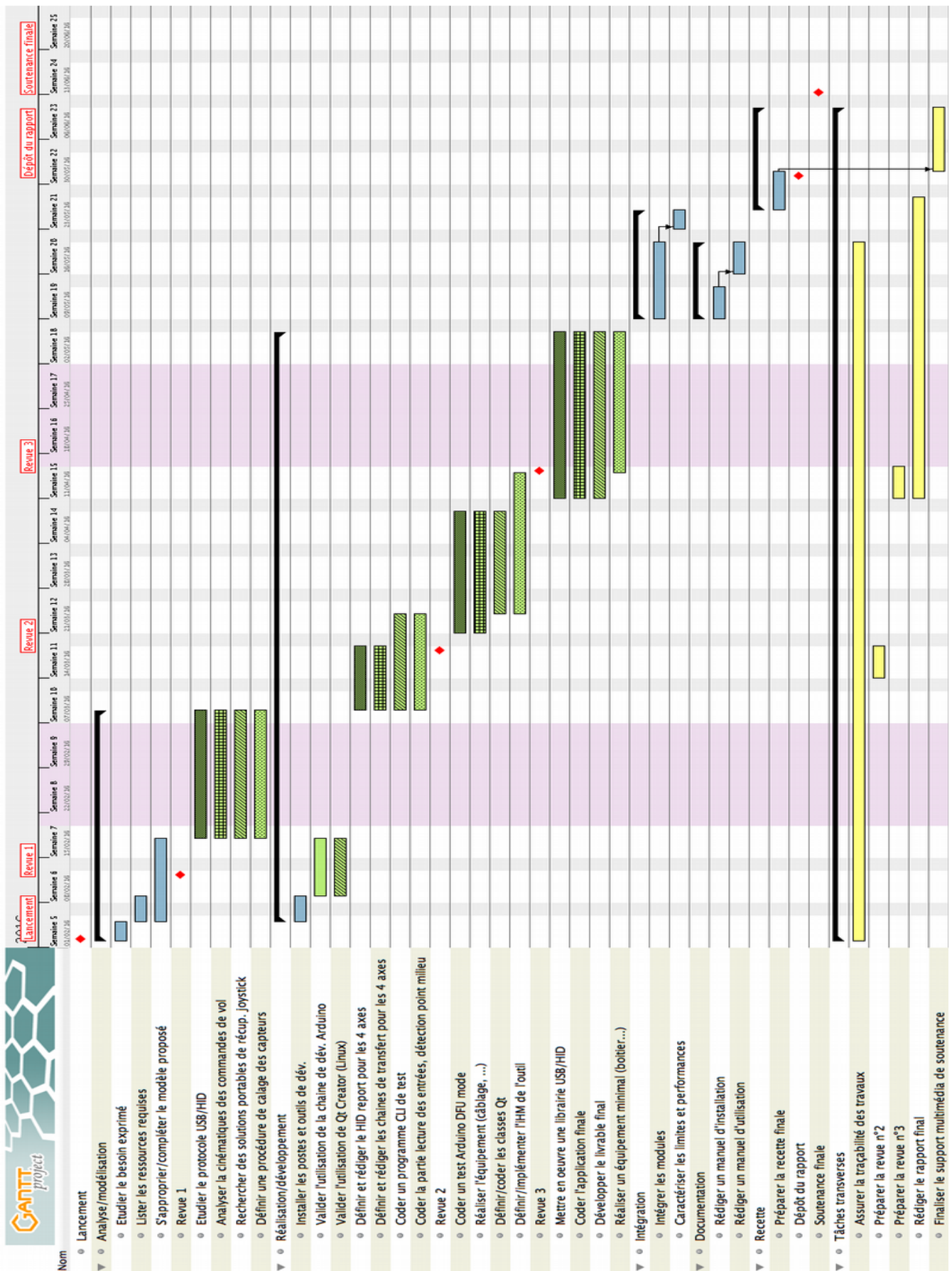
	Fonctions à développer et tâches à effectuer	installation	mise en œuvre	configuration	réalisation	documentation
Étudiant 1 EC <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/>	Transformer un Arduino en manette de jeu standard (joystick) : <ul style="list-style-type: none"> étude du protocole USB/HID et du Arduino DFU mode ; analyse et comparaison des bibliothèques Arduino existantes ; choix d'une solution ; définition du HID report adapté aux 4 axes des commandes de vol ; mise en œuvre logicielle ; tests et validation. 			x	x	x
Étudiant 2 EC <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/>	Acquérir des grandeurs analogiques sur Arduino : <ul style="list-style-type: none"> analyse des chaînes cinématiques réelles du SA316B ; définition d'une solution de paramétrage de la fonction de transfert entre l'angle de l'organe de commande et la valeur numérique de sortie ; mise en œuvre matérielle et logicielle ; tests et validation. 		x		x	x
Étudiant 3 EC <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/>	Développer un outil multi-plateforme (à minima Linux, Mac et Windows) de type « joystick tester », à détection automatique : <ul style="list-style-type: none"> recherche de solutions portables (SDL, SFML ...) ; validation par programme simple en ligne de commande ; étude de l'intégration en tant que classe(s) C++/Qt ; application graphique minimale livrable (paquet standard) ; tests et validation. 	x			x	x
Étudiant 4 EC <input type="checkbox"/> IR <input checked="" type="checkbox"/>	Construire un outil autonome d'aide au calage des capteurs sur site (base Arduino + afficheur LCD 2 x 16) : <ul style="list-style-type: none"> définition d'une procédure de calage ; détection des FdC ; lecture de la grandeur analogique ; signalement du point milieu avec zone morte réglable (en pourcentage) ; mise en œuvre matérielle et logicielle ; tests et validation. 		x		x	x

4. Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées

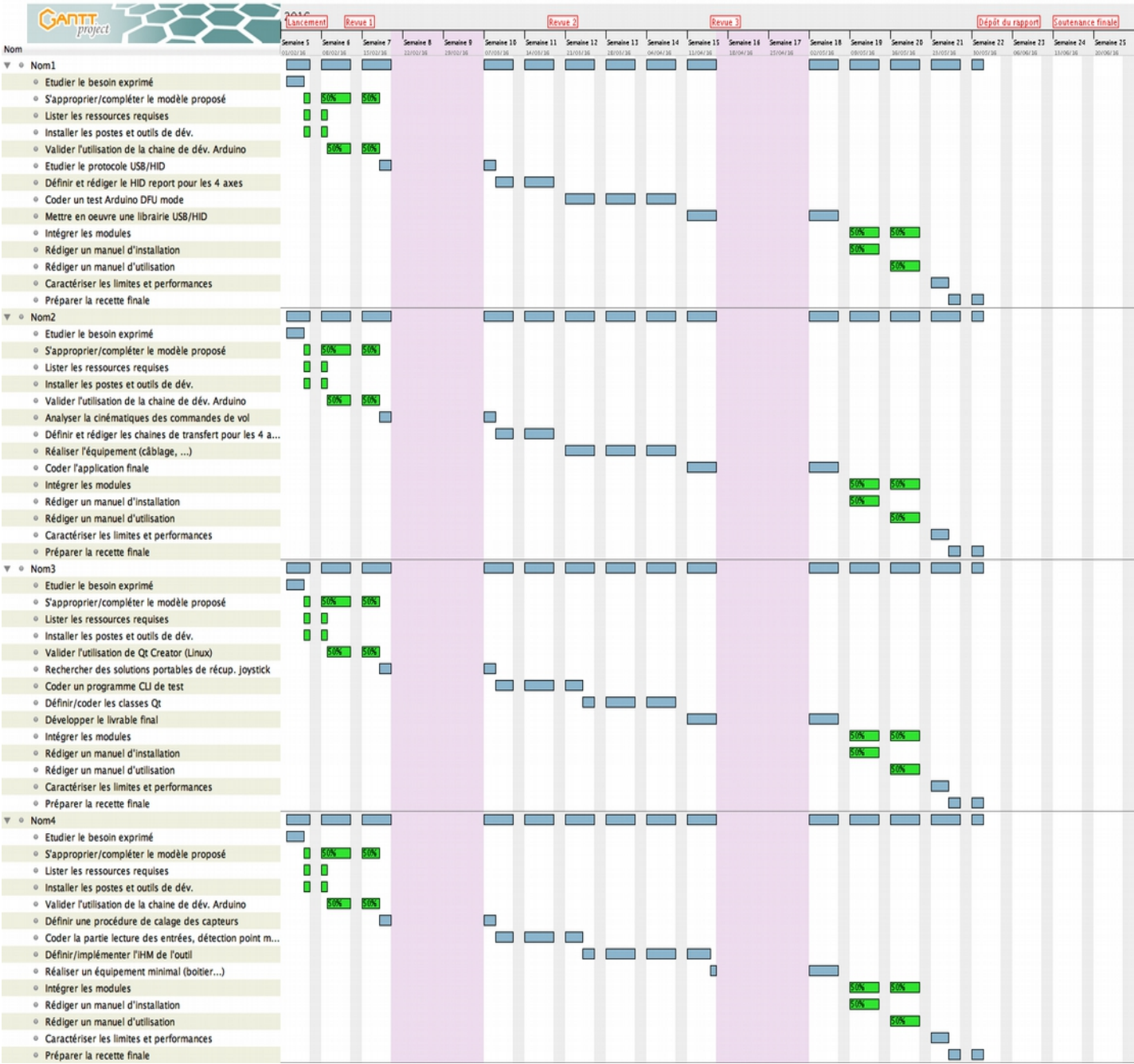
	Electronique & Communications	Informatique & Réseaux	Étudiant 1		Étudiant 2		Étudiant 3		Étudiant 4	
			EC	IR	EC	IR	EC	IR	EC	IR
			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" 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 1790-1 : Commandes de vol opérationnelles en tant que joystick standard.

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

<input type="checkbox"/> Sujet accepté en l'état	<input type="checkbox"/> Sujet à revoir :	<input type="checkbox"/> Conformité au Référentiel de Certification / Complexité <input type="checkbox"/> Définition et planification des tâches <input type="checkbox"/> Critères d'évaluation <input type="checkbox"/> Autres :
<input type="checkbox"/> 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.