



Groupement académique : AIX-MARSEILLE		Session 2018
Lycée : Alphonse BENOIT		
Ville : L'ISLE SUR LA SORGUE		
N° du projet : 4	Nom du projet : Surveillance de niveau de cuves cryogéniques	

Projet nouveau	Oui	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Non	Projet interne	Oui	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Non
Délai de réalisation	30/06/2018			Statut des étudiants	<input checked="" type="checkbox"/> Formation initiale	Apprentissage	
Spécialité des étudiants	EC	IR	<input checked="" type="checkbox"/> Mixte	Nombre d'étudiants	4		
Professeurs responsables	ANTOINE / DEFRANCE / ESCURET / HORTOLLAND / SILANUS						

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	4
2	Spécifications	4
2.1	Diagrammes UML / SYSML	6
2.2	Contraintes de réalisation.....	9
2.3	Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents).....	9
3	Répartition des fonctions ou cas d'utilisation par étudiant	11
4	Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées :.....	13
5	Planification (Gantt).....	14
6	Condition d'évaluation pour l'épreuve E6-2.....	14
6.1	Disponibilité des équipements	14
6.2	Atteintes des objectifs du point de vue client.....	14
6.3	Avenants :.....	14
7	Observation de la commission de Validation	15
7.1	Avis formulé par la commission de validation :	15
7.2	Nom des membres de la commission de validation académique :.....	15
7.3	Visa de l'autorité académique :.....	15

1 Présentation et situation du projet dans son environnement

1.1 Contexte de réalisation

Constitution de l'équipe de projet :	Étudiant 1 EC <input checked="" type="checkbox"/> IR	Étudiant 2 EC <input checked="" type="checkbox"/> IR	Étudiant 3 <input checked="" type="checkbox"/> EC IR	Étudiant 4 <input checked="" type="checkbox"/> EC IR
Projet développé :	Au lycée ou en centre de formation		En entreprise	<input checked="" type="checkbox"/> Mixte
Type de client ou donneur d'ordre (commanditaire) :	Entreprise ou organisme commanditaire : <input checked="" type="checkbox"/> Oui Non Nom : 2SP..... Adresse : 6 Rue de l'église 14370 Moul..... Contact : M. MORIN Dominique Origine du projet : ➤ Idée : Lycée <input checked="" type="checkbox"/> Entreprise ➤ Cahier des charges : Lycée <input checked="" type="checkbox"/> Entreprise ➤ Suivi du projet : <input checked="" type="checkbox"/> Lycée <input checked="" type="checkbox"/> Entreprise			
Si le projet est développé en partenariat avec une entreprise :	Nom de l'entreprise : 2SP Adresse de l'entreprise : 6 Rue de l'église 14370 Moul Adresse site : http://2spelectronic.fr/ Tél. : 06 75 09 43 35..... Courriel : d.morin@2spelectronic.fr			

1.2 Présentation du projet

- Il s'agit de poursuivre le développement et de faire évoluer un système développé en partenariat avec l'entreprise 2SP.
- L'application première consiste à surveiller les niveaux d'un parc de cuves qui contiennent de l'azote liquide.
- La mesure du niveau ne fait pas partie du projet. Le projet ne concerne que l'exploitation des différentes mesures.
- Chaque cuve est équipée d'un système de mesure du niveau d'azote liquide (→ **coffret « Périphérique »**)
- Chaque cuve doit transmettre, à intervalle de temps régulier, une mesure de niveau par liaison sans fil à une centrale (→ **coffret « Maître »**). Celle-ci recueille chaque mesure et la stocke.
- Une surveillance à distance doit être possible (site embarqué, alerte par mail).
- La consommation doit être aussi faible que possible.
- L'objectif est que cet avant-projet soit transposable dans un autre contexte que la mesure de niveau dans des cuves et que cela devienne un service de supervision générique proposé par 2SP à ses clients.

1.3 Situation du projet dans son contexte



Figure 1 Cuve cryogénique



Figure 2 Logement de la sonde de niveau



Figure 3 sonde de niveau

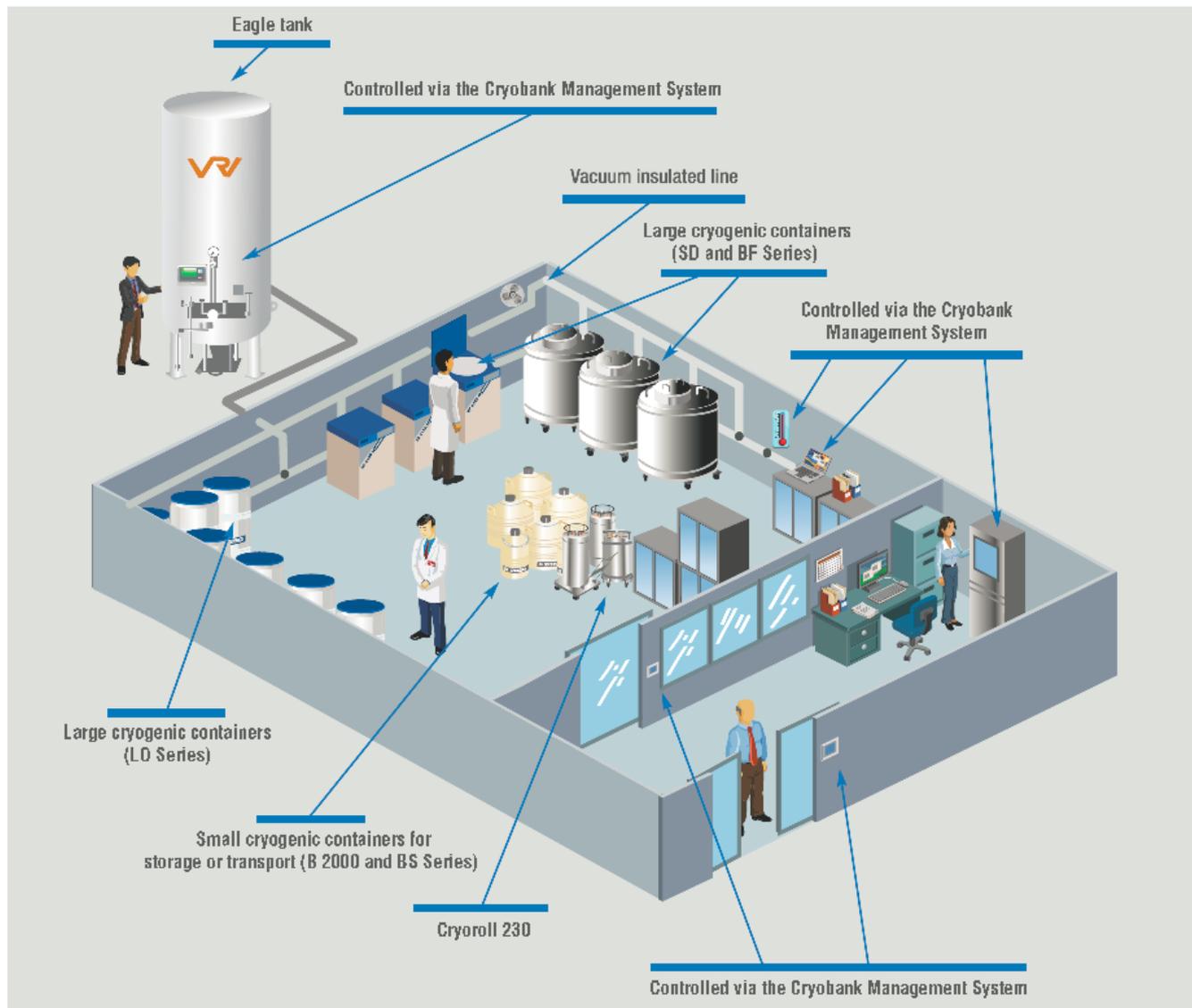


Figure 4 Exploitation potentielle pour l'entreprise Cryo Diffusion

1.4 Cahier des charges – Expression du besoin



Système de surveillance de niveau.

Données matériels actuelles :

Le parc comprend **une ou plusieurs cuves équipées** d'un coffret autonome et surveillées par un automate. Celui-ci analyse les défauts de l'ensemble et peut agir unitairement sur l'électrovanne de remplissage pour un complément de niveau. Pour l'instant, en cas de défaut, l'électronique équipant chaque cuve fournit un « contact sec » filaire en « sécurité active » :

Fermé : électronique alimentée et fonctionnelle, niveau(s) correct(s), liaison non coupée.

Ouvert : le défaut est réel ou un maillon de la chaîne est défectueux.

Projet ou idées d'améliorations :

- 1- Equiper les coffrets électroniques de chaque cuve d'une liaison sans fils (**Bluetooth**, wifi, ou autre) puis adapter le **coffret « Maître »**.
 - o Lecture / écriture
- 2- Etablir une traçabilité pour chaque cuve :
 - o Soit ponctuellement soit par le maître
- 3- Alerter en cas de défaut « graves »
 - o **Surveillance à distance : site Web interne**
 - o Alerte GSM
 - o **Envoi de mails**
- 4- **Réduire les consommations d'énergie**

Données personnelles :

- 1- Utilisation de microcontrôleurs 8bits et outils Microchip de programmation MPLABX avec XC8.
- 2- Achat récent de **module Bluetooth Microchip RN4020**
- 3- Réalisation d'un proto (2ans déjà) correspondant à une électronique liée à une application PC par Intranet grâce à une socket et permettant plusieurs fonctions à distance :
 - a. Visualisation du fonctionnement en direct
 - b. Paramétrage : changement de consigne
 - c. Contrôle : action sur le système

2SP Electronic 6, rue de l'église 14370 MOULT - 06 75 09 43 35
d.morin@2spelectronic.fr - siret 53887838000020



- d. Maintenance de premier niveau : visualisation de l'état des sondes en CC, CO ou mesure réelle
- e. Traçabilité : écriture selon un rythme choisi dans un fichier TXT d'une ligne avec l'heure accompagnée des informations importantes.
- f. Alarmes d'entrée et de sortie de défaut par mail.
- g. Personnalisation selon le client

Ce prototype présente plusieurs défauts :

- Traçabilité : Si incident réseau, perte du connecteur réseau
- Traçabilité : **Enregistrement dans un fichier TXT : trop facilement modifiable.**
- Des systèmes de surveillance actuels peuvent avoir des fonctions d'alarme « contemporaines » à des prix plus intéressants.

Demande :

Je souhaite intégrer dans les programmes des microcontrôleurs Microchip une fonction qui puisse **enregistrer des données dans un fichier PDF soit de forme massive ou évolutive.**

L'intégration de données **d'une horloge RTC serait un plus.**

L'utilisation d'**une carte MicroSD serait envisageable pour un stockage important de données.**

2SP Electronic 6, rue de l'église 14370 MOULT - 06 75 09 43 35
d.morin@2spelectronic.fr - siret 53887838000020

2 Spécifications

L'objectif initial du projet consiste à proposer une alternative à une application matérielle et logicielle qui a été développée par la société 2SP de façon à pouvoir étendre sa fonctionnalité de surveillance (celle-ci se résume actuellement à la délivrance d'un signal « Tout ou Rien » par l'intermédiaire d'un contact sec).

Ce prototype propose déjà des fonctionnalités de contrôle/commande à distance mais souffre d'imperfections auxquelles la société 2SP souhaite remédier.

L'évolution envisagée consiste à :

- Assurer une télémétrie sans fil à l'aide de *breakouts* à base de composant RF de chez Nordic Semiconductor (référence nRF24L01+).
- Baisser le coût de fabrication du système de supervision par utilisation de cartes électroniques existantes et répandues
- Limiter la consommation électrique du dispositif de mesure alimenté par batterie
- Protéger contre toute falsification les informations de traçabilité du niveau de chaque cuve

Un synoptique de l'ensemble figure ci-dessous :

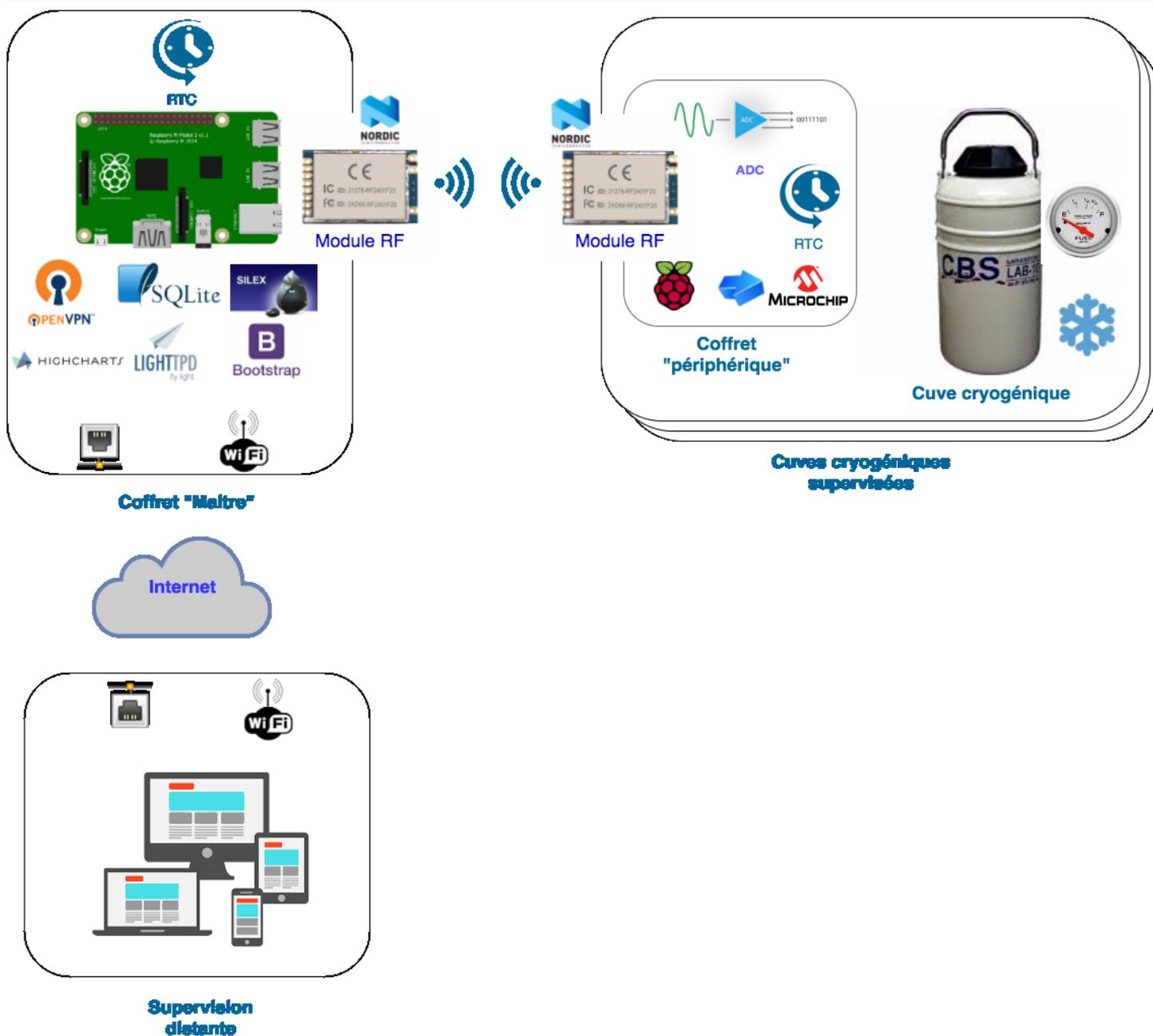


Figure 5 Synoptique du système

Le développement du coffret « Maître » sera assuré par les étudiants de BTS SN.

Le coffret « Maître » collectant les données sera composé de :

- une carte Raspberry Pi 3 avec connexion Ethernet et WiFi
- une carte d'extension comportant :
 - un module nRF24L01+
 - une horloge temps réel sauvegardée

Le développement du coffret « Périphérique » définitif sera assuré par la société 2SP. Cependant, un coffret « Périphérique » provisoire devra être réalisé par les étudiants de BTS SN de façon à permettre la validation de la solution.

Le coffret « Périphérique » provisoire sera composé de :

- une carte Raspberry Pi 2 B+
- une carte d'extension comportant :
 - un module nRF24L01+,

- une horloge temps réel sauvegardée,
- un convertisseur analogique/numérique disposant de 2 entrées pour capteurs de type PT100 fournies à travers un connecteur 3 points (2 signaux + masse).

Etant donnée la similitude entre les 2 cartes d'extension des coffrets « Maître » et « Périphérique », un seul PCB sera développé (les composants superflus pour le coffret « Maître » ne seront simplement pas câblés).

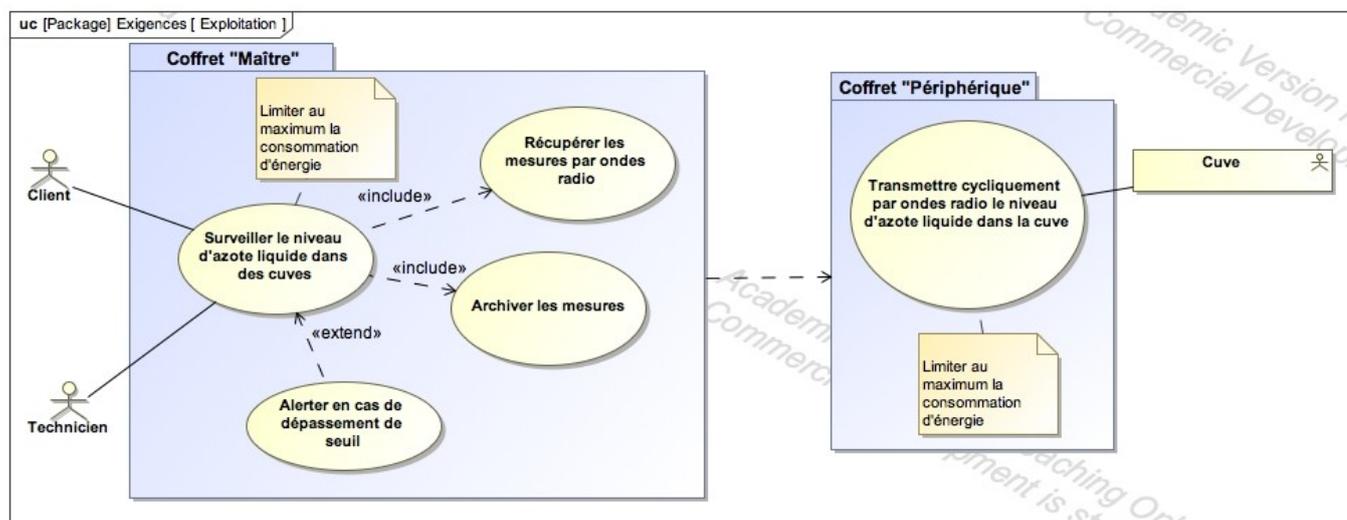
Pour leur développement, les étudiants s'appuieront sur celui de leurs prédécesseurs de la session 2017 du BTS SN à la fois pour répondre aux nouvelles exigences et pour poursuivre l'implémentation des fonctionnalités du cahier des charges.

Les évolutions concernent :

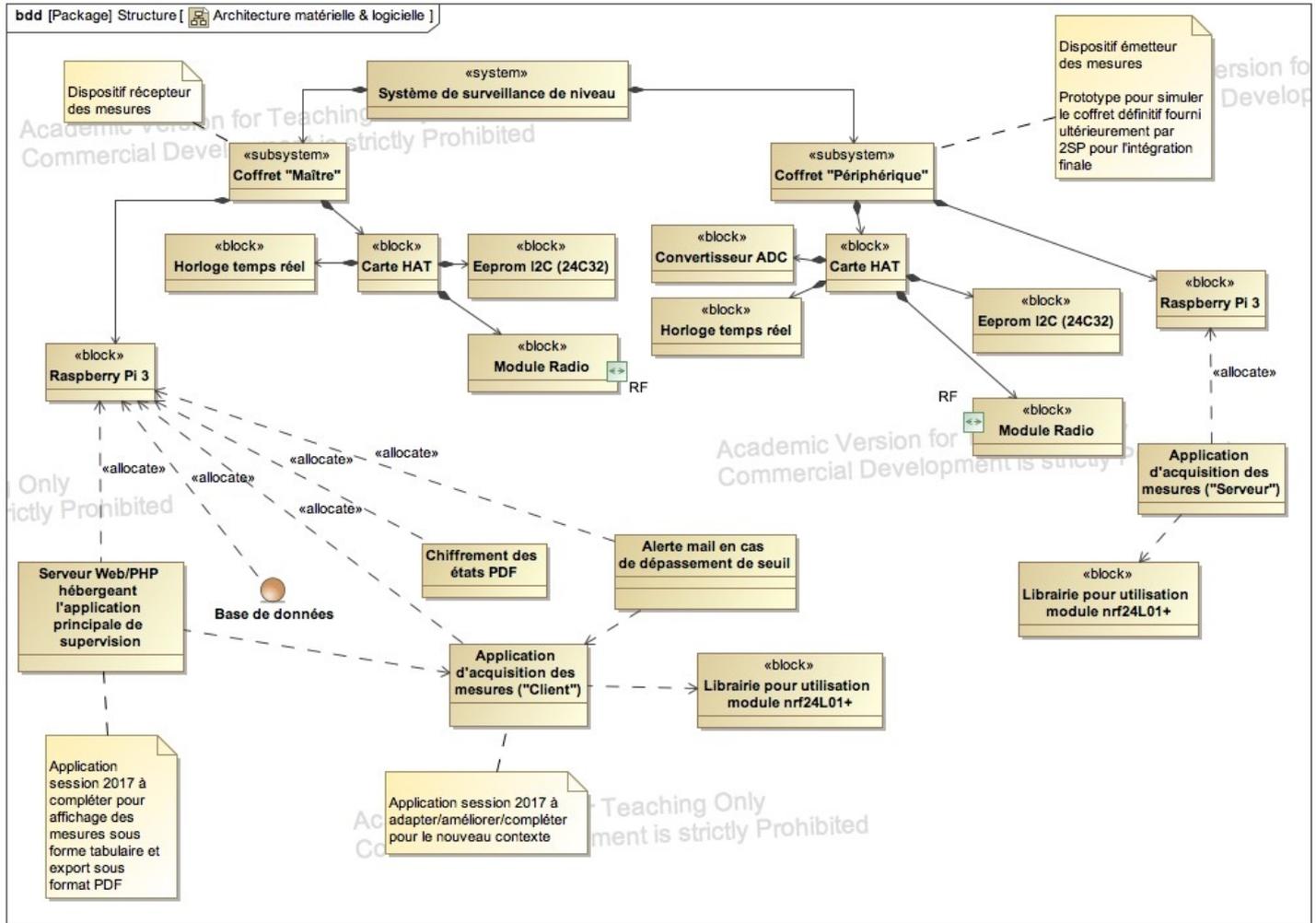
- Pour l'étudiant EC : la conception d'une carte d'extension Raspberry répondant à la spécification HAT de la fondation Raspberry PI, l'implantation d'un convertisseur analogique→numérique (ADC) absent sur la révision précédente, le codage d'un protocole de synchronisation entre le coffret Maître et les coffrets Périphériques, le codage d'une nouvelle version de l'application du boîtier périphérique pour prendre en compte l'ADC
- Pour les étudiants IR : l'évolution de l'application Web pour visualiser/filtrer les mesures sous forme de tables grâce à un plugin Javascript (jqGrid ou jQuery Datatables), exportation des mesures au format PDF avec mécanisme de protection pour éviter la falsification de données (mot de passe, chiffrement), la mise en place d'alertes par mail en cas de dépassement de seuil, le développement d'une librairie pour exploiter le module de communication nrf24L01+ (+ IHM de test)

2.1 Diagrammes UML / SYSML

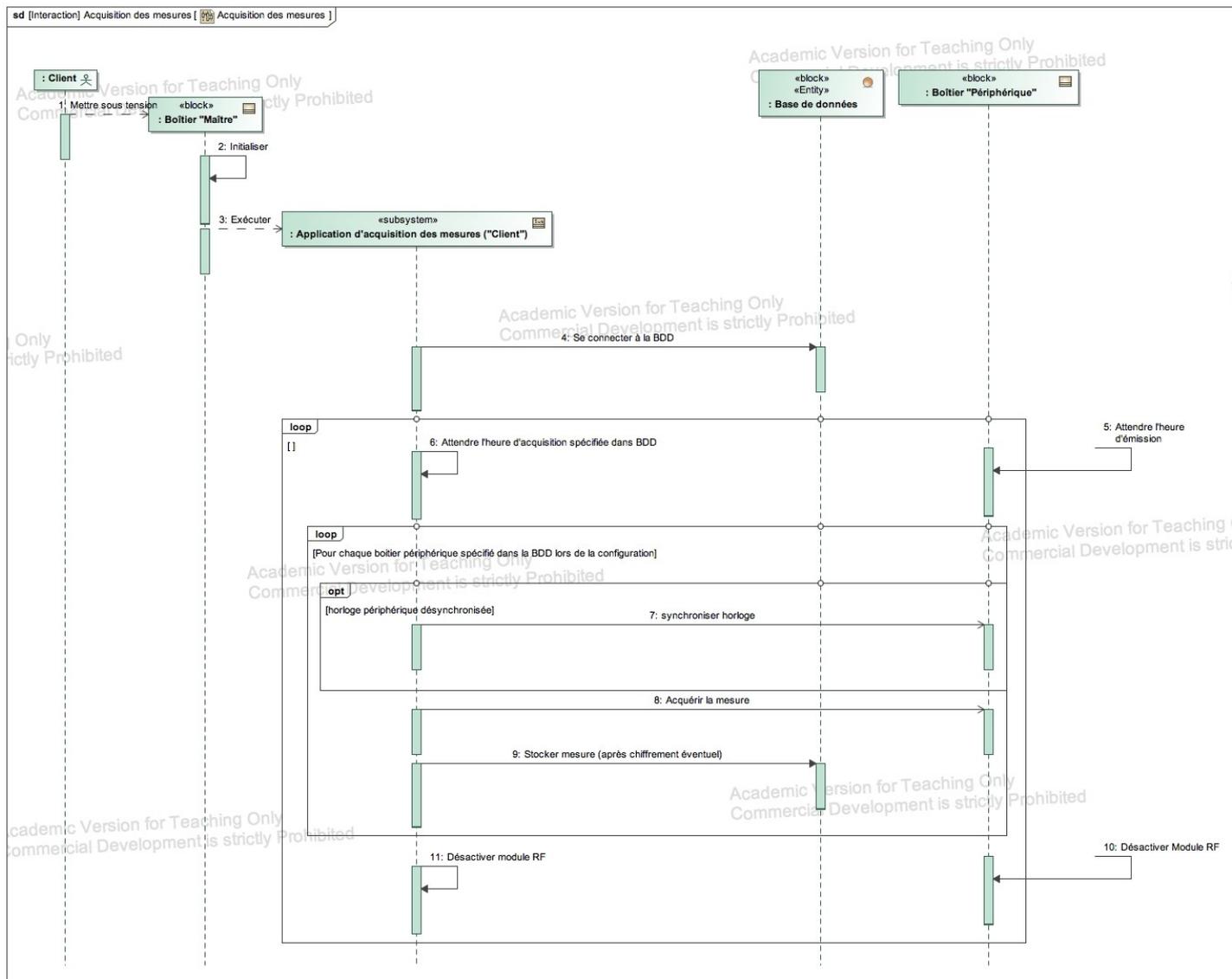
2.1.1 Diagrammes des cas d'utilisation



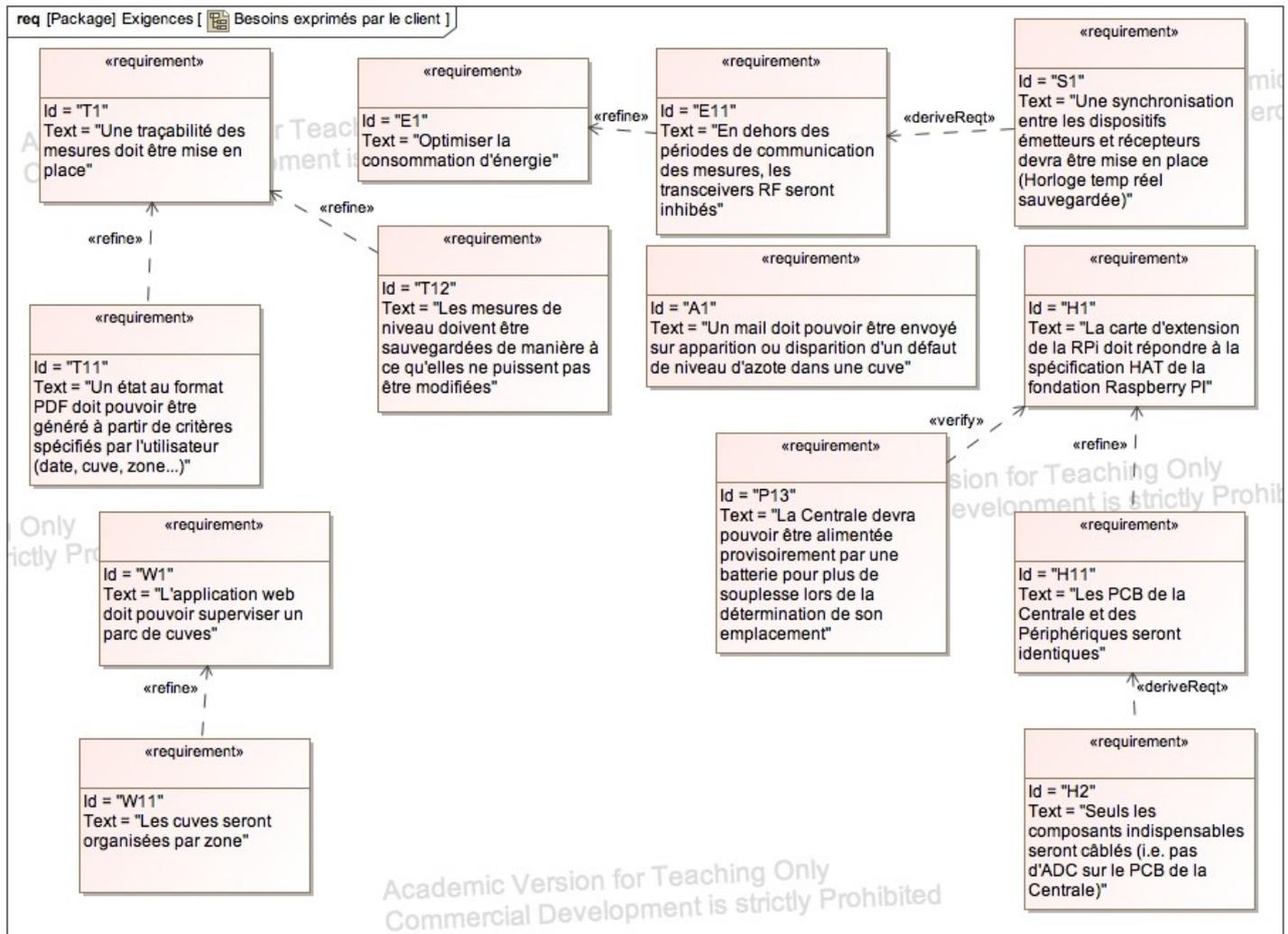
2.1.2 Architectures Matérielle & Logicielle



2.1.3 Scénarios des cas d'utilisation



2.1.4 Exigences



2.2 Contraintes de réalisation

Contraintes financières (budget alloué) :

Budget estimé de 200 à 300€

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

La spécification, conception et codage seront modélisés.

Contraintes qualité (conformité, délais, ...) :

Maintenable, maniable (ergonomie)

Contraintes de fiabilité, sécurité :

Les accès logiciels seront sécurisés.

2.3 Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents)

Matériels :

- 4 cartes RASPBERRY PI pour assurer le rôle de boîtier « Centrale »
- ≥ 4 modules « périphériques » capables de délivrer des informations par ondes radio (Raspberry Pi 2 B+/Arduino reliées à des modules nRF24L01+)
- Composants pour la réalisation de la nouvelle carte d'extension :
 - 1 module nRF24L01+

- 1 module horloge temps réel sauvegardée
- 1 convertisseur analogique numérique
- 1 EEPROM de 4ko (OnSemi CAT24C32)
- Matériel de laboratoire (alimentation, oscilloscope, analyseur logique)

Logiciels :

- Logiciel de modélisation SysML/UML : MagicDraw v7.02
- Logiciels de conception électronique : Proteus ISIS et ARES
- Système d'exploitation Linux (Raspbian)
- Serveur WEB Lighttpd + module PHP
- Framework PHP de type MVC : SensioLabs Silex (+ éventuellement librairies tierces → Gurrido Suito PHP)
- Librairies Web (jQuery, **JQuery Datatables ou jqGrid**, Bootstrap, HighCharts.js)
- Gestionnaire de base de données SQLite [+ extension de chiffrement]
- Framework Qt/C++

Documents :

- site de la section BTS SN mettant à disposition les différentes documentations.

3 Répartition des tâches par étudiant

<p>Étudiant 1</p> <p>IR</p>	<p><i>Liste des tâches assurées par l'étudiant</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre le plug-in jqGrid ou JQuery Datatables pour visualiser/filtrer les mesures de la BDD sous forme tabulaire et proposer l'export des données au format PDF • Coder un script ou programme qui permet d'alerter par mail en cas de dépassement de seuil (haut ou bas) de remplissage d'une cuve • Proposer une solution qui chiffre les PDFs générés (script shell, javascript, programme C++...) • Concevoir/Coder/Tester l'évolution du site Web existant pour intégrer la visualisation des mesures sous forme tabulaire 	<p>Installation : Système Linux, SDK C++ SI un script shell ne suffit pas, Serveur Web (LightHttpd), Base de données (SQLite), Framework PHP Silex, librairies Javascript (JQuery, JQuery Datatables, Bootstrap, HighChart.js)</p> <p>Mise en œuvre : Framework PHP Silex, SQLite, LightHttpd , PHP, Javascript, script shell.....</p> <p>Configuration : Serveur web</p> <p>Réalisation : Site Web/PHP/Javascript, programmation shell ou C++</p> <p>Documentation : Guide d'installation, dossier de développement</p>
<p>Étudiant 2</p> <p>IR</p>	<p><i>Liste des tâches assurées par l'étudiant</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concevoir/Coder/Tester une librairie C++ d'exploitation des module nRF24L01+ dans le cadre du système de supervision de niveau de cuve • Modifier l'application d'acquisition de mesures pour utiliser le module nRF24L01+ (plutôt que le module RN4020 utilisé lors du projet de la session 2017) • Coder le protocole entre le boîtier maître et esclave qui aura été spécifié par l'ensemble de l'équipe. • Coder une IHM de test pour la librairie associé au module nRF24L01+ et/ou le protocole 	<p>Installation : Système Linux, SDK C++, Framework Qt, librairie RF24 de TMRh20</p> <p>Mise en œuvre : Module nRF24L01+ w/ librairie RF24, Framework Qt.....</p> <p>Configuration :</p> <p>Réalisation : Programmation C++</p> <p>Documentation : Guide d'installation, manuel utilisateur, dossier de développement.....</p>
<p>Étudiant 3</p> <p>EC</p>	<p><i>Liste des tâches assurées par l'étudiant</i></p> <p>✓ Rpi polyvalente utilisée en Centrale (Maître)/Périphérique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser la version précédente. • Valider le choix du convertisseur analogique/numérique. • Concevoir/Réaliser/Tester une carte d'extension pour Raspberry conforme à la spécification HAT • Concevoir/Coder/Tester une librairie d'acquisition des grandeurs analogiques • Configurer l'horloge temps réel • Intégrer une procédure de synchronisation des RTCs au cours des acquisitions 	<p>Installation : Librairies c/c++ BCM2835</p> <p>Mise en œuvre : Valider par prototypage rapide le convertisseur analogique numérique.</p> <p>Configuration : Horloge temps réel</p> <p>Réalisation : Circuit imprimé (personnel) pour carte d'extension Rpi intégrant le module de communication, l'horloge temps réel, le convertisseur analogique → numérique et eeprom I2C au format HAT.</p> <p>Documentation : Bibliothèque C/C++ d'accès à l'ADC. Documents de fabrication de la carte. Ces documents devront permettre une fabrication industrielle du circuit imprimé.</p>
<p>Étudiant 4</p> <p>EC</p>	<p><i>Liste des tâches assurées par l'étudiant</i></p> <p>✓ Rpi polyvalente utilisée en Centrale (Maître)/Périphérique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser la version précédente. • Valider le choix du module de communication. • Concevoir/Réaliser/Tester une carte 	<p>Installation : Librairies c/c++ BCM2835</p> <p>Mise en œuvre : Valider par prototypage rapide la communication entre modules nRF24L01.</p> <p>Configuration : Mémoire EEPROM utilisée pour le HAT</p>

	<p>d'extension pour Raspberry conforme à la spécification HAT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concevoir/Coder/Tester une librairie d'échange des mesures par un module nRF24L01 • Configurer la mémoire morte utilisée pour le HAT. 	<p>Réalisation : Circuit imprimé (personnel) pour carte d'extension Rpi intégrant le module de communication, l'horloge temps réel, le convertisseur analogique→numérique et eeprom I2C au format HAT.</p> <p>Documentation : Bibliothèque C/C++ d'accès au module de communication. Documents de fabrication de la carte. Ces documents devront permettre une fabrication industrielle du circuit imprimé.</p>
Tous les étudiants	<p>✓ <i>Tâches à traiter par l'ensemble des étudiants de l'équipe projet pour le développement de la solution</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir au plus tôt les interfaces entre les tâches individuelles. Ex. : protocoles d'échange, valeurs délivrées (format, précision, fréquence,...), structure BDD • Documentation globale. Ex. : documentation pour le déploiement de la solution (→ guide de mise en route rapide) <p>✓ <i>Domaines de physique à traiter par l'ensemble des étudiants de l'équipe projet :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 4.2 Transmissions numériques sur fréquence porteuse • 4.3 Antennes 	

4 Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées :

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

5 Planification

Début du projet (Dp)	semaine 2	: lundi 8 Janvier 2018.
Revue 1 (R1)	semaine 10	: à partir du lundi 12 mars 2018.
Revue 2 (R2)	semaine 18	: à partir du mardi 07 mai 2018
Remise du projet (Rp)	semaine 21	: vendredi 30 mai 2018 (date limite de remise du dossier sur l'espace académique)
Soutenance finale (Sf)	semaine 24	: à partir du lundi 11 juin.

6 Conditions 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 :

L'étudiant devra être capable de mettre en œuvre les tâches dont il est en charge.

Dans le meilleur des cas : l'intégration et les cas d'utilisation seront opérationnels, en respectant les contraintes.

6.3 Avenants :

Date des avenants : Nombre de pages :

7 Observation de la commission de Validation

Ce document initial :

comprend **15** pages et les documents annexes suivants :

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

a été utilisé par la Commission Académique de validation qui s'est réunie à , le **20 / 11 / 2017**

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

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.