



Groupement académique : AIX-MARSEILLE		Session 2021	
Lycée : Alphonse BENOIT			
Ville : L'ISLE SUR LA SORGUE			
N° du projet : 5	Nom du projet : S2E – Surveillance d'Environnement pour Entrepôts		

Projet nouveau	Oui	<input type="checkbox"/> Non	Projet interne	Oui	<input type="checkbox"/> Non
Délai de réalisation	06/01/2021 → 30/05/2021		Statut des étudiants	<input type="checkbox"/> Formation initiale <input type="checkbox"/> Apprentissage	
Spécialité des étudiants	EC	IR	<input type="checkbox"/> Mixte	Nombre d'étudiants	3
Professeurs responsables	ANTOINE / DEFRANCE / ESCURET / HORTOLLAND / SILANUS				

1	Présentation et situation du projet dans son environnement.....	1
1.1	Contexte de réalisation.....	1
1.2	Présentation du projet.....	1
1.3	Situation du projet dans son contexte.....	1
1.3.1	Présentation de la société.....	1
1.3.2	Analyse de l'existant.....	2
1.4	Cahier des charges de l'entreprise.....	3
1.5	Solution globale proposée.....	4
2	Spécifications.....	4
2.1	Diagrammes UML / SYSML.....	4
2.1.1	Diagrammes des cas d'utilisation.....	4
2.1.2	Architectures Matérielle & Logicielle.....	5
2.1.3	Scénarios des cas d'utilisation.....	6
2.1.3.1	Surveiller T/HR/Point de rosée et l'état du détecteur de fumée à divers endroits des entrepôts....	6
2.1.4	Exigences.....	8
2.2	Contraintes de réalisation.....	8
2.3	Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents).....	8
3	Répartition des tâches par étudiant.....	10
4	Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées :.....	12
5	Planification.....	13
6	Conditions d'évaluation pour l'épreuve E6-2.....	13
6.1	Disponibilité des équipements.....	13
6.2	Atteintes des objectifs du point de vue client.....	13
6.3	Avenants :.....	13
7	Observation de la commission de Validation.....	14

7.1	Avis formulé par la commission de validation :.....	14
7.2	Nom des membres de la commission de validation académique :.....	14
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 type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> IR	Étudiant 2 EC <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> IR	Étudiant 3 <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 <input type="checkbox"/> Non				
	Nom : CrossDock				
	Adresse : 122, allée de la Lavande – 84300 CAVAILLON				
	Contact : M. BIJOU Mohamed.....				
	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 : CrossDock.....				
	Adresse de l'entreprise : 122, allée de la Lavande – 84300 CAVAILLON.....				
	Site WEB : N/A				
	Tél. : 0490050644.....		Courriel : mohamed.bijou@crossdk.com		

1.2 Présentation du projet

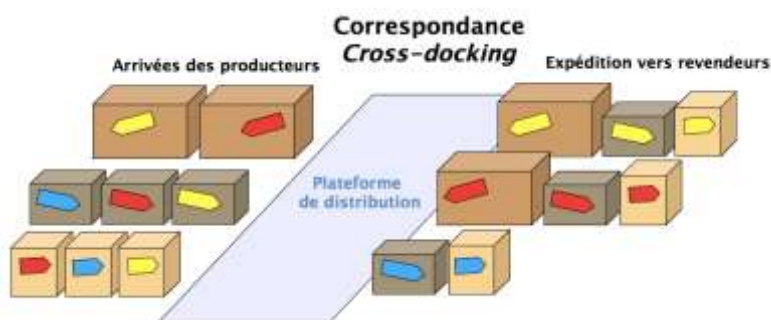
- L'entreprise Crossdock, spécialisée dans le secteur d'activité des transports routiers de fret interurbains (code APE : 4941A), souhaite **superviser différentes informations environnementales (température, humidité relative, fumée) de 2 entrepôts** situés sur leur site de Cavaillon (1 seul entrepôt opérationnel à ce jour).
- Les relevés doivent permettre une **traçabilité sur les bonnes conditions d'entreposage** des produits présents dans l'entreprise
- Le projet porte essentiellement sur :
 1. la **surveillance de la température** et de l'humidité relative (abrégées T/HR par la suite)
 2. la **détection d'incendie**
 3. la **mise à disposition des mesures instantanées**
- La consultation et le suivi des mesures doivent être possibles depuis le réseau local et le web.
Cette partie du projet reste à la charge de l'entreprise.
Toutefois, une application sommaire de suivi de consultation des mesures sera proposée en guise de démonstrateur pour valider le fonctionnement global de la solution proposée.

1.3 Situation du projet dans son contexte

1.3.1 Présentation de la société

CrossDock est une entreprise de logistique dont l'activité consiste à préparer puis à expédier des commandes constituées de produits cosmétiques et/ou de parapharmacie.

La société tire son nom d'un mode d'organisation de flux logistiques, appelé « Cross-docking », qui vise à faire passer des marchandises des quais d'arrivée aux quais de départ en limitant au maximum leur stockage dans les entrepôts de la plateforme de distribution.



Principe du « Cross-docking » [Source : [Wikipédia](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cross-docking)]

Chez CrossDock, les produits arrivent des fournisseurs puis sont entreposés provisoirement en attente de leur reconditionnement au cours de la préparation des commandes. Les colis préparés sont ensuite aiguillés vers des postes regroupant les commandes propres à un revendeur (client final de Crossdock) puis sont enfin expédiés.

1.3.2 Analyse de l'existant

Il y a 2 ans, une solution de supervision de température et d'hygrométrie a été proposée pour remplacer à terme celle déjà en place chez CrossDock.

La solution en place s'articule autour de thermomètres/hygromètres USB (Réf. : [PCE-HT 71N](#) de chez PCE Instruments) qui font également office d'enregistreur de données (ou « data logger »).



La capacité mémoire de ces dispositifs limite l'enregistrement des variations de températures et taux d'hygrométrie à une période d'1 semaine environ.

Ceci implique qu'une personne doit chaque semaine :

- Récupérer les 4 « data-logger » répartis aux 4 coins de l'unique entrepôt actuellement utilisé
- Transférer les mesures effectuées dans le système d'information de l'entreprise en veillant à respecter l'affectation de chaque « data-logger » à la zone de l'entrepôt à laquelle il est associé
- Effacer les données de chaque « data-logger »
- Remettre en place les « data-logger » dans l'entrepôt

Outre le côté rébarbatif de cette tâche, les données ne sont consultables que la semaine suivant celle de la mesure.

La supervision ne permet pas non plus de surveiller la température et l'hygrométrie des articles une fois sortis de leur zone de stockage.

La solution proposée il y a 2 ans consistait donc à :

- remplacer les « data-loggers » existants par des capteurs connectés (ESP32 + capteur T/HR SHT21 + écran OLED + transceiver LoRa)



- adjoindre à la multitude de Raspberry Pi réparties dans l'entrepôt (à des fins de suivi de préparation de commandes) des dispositifs de mesure de T/HR soit filaires (I2C) soit sans fil (BluetoothLE)



En fin de projet, un capteur de chaque type (filaire, Bluetooth, LoRa) a été installé dans l'entrepôt pour évaluation.

1.4 Cahier des charges de l'entreprise

L'entreprise n'a pas fourni de cahier des charges écrit.

Celui-ci a été élaboré sur la base de ce qui a été fourni il y a 2 ans au cours d'un entretien réalisé dans les locaux de l'entreprise et complété à la suite d'échanges téléphoniques et par mail.

Lors de l'entretien, le client nous a fait part de remarques sur la solution de l'an dernier au sujet de :

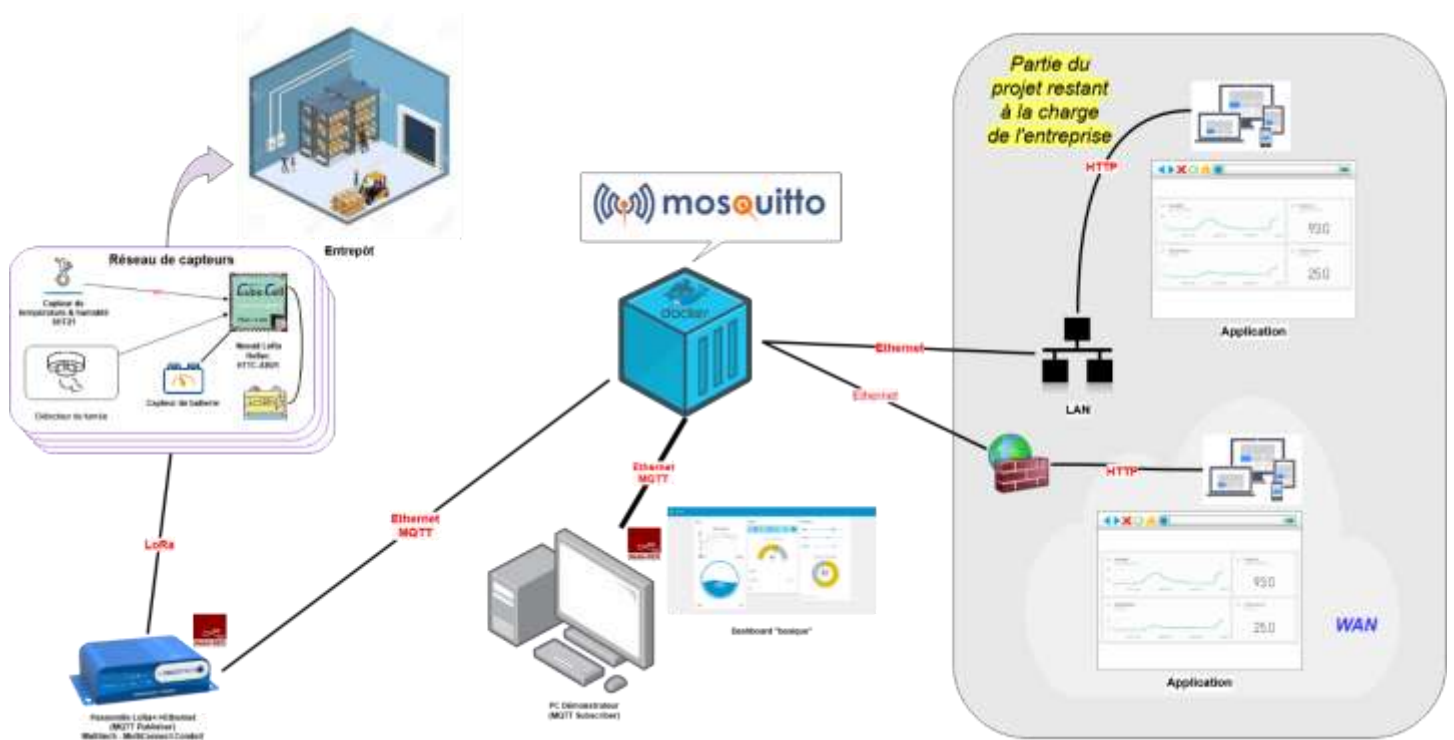
- la consommation des capteurs sans fil → nécessité de devoir surveiller le niveau de charge des piles et les remplacer au besoin
- la mise en place des capteurs filaires → câble risquant d'être abîmé lors d'opérations de maintenance

Il a également émis l'idée de faire évoluer le système afin de permettre de surveiller d'autres paramètres environnementaux que la température et l'humidité relative.

Il a donc été convenu :

- de généraliser l'utilisation du capteur connecté LoRa conçu il y a 2 ans (alimenté sur secteur) pour assurer l'ensemble des acquisitions
- d'y ajouter une détection de fumée afin de compléter le système de sécurité incendie actuellement en place.

1.5 Solution globale proposée



2 Spécifications

2.1 Diagrammes UML / SYSML

2.1.1 Diagrammes des cas d'utilisation

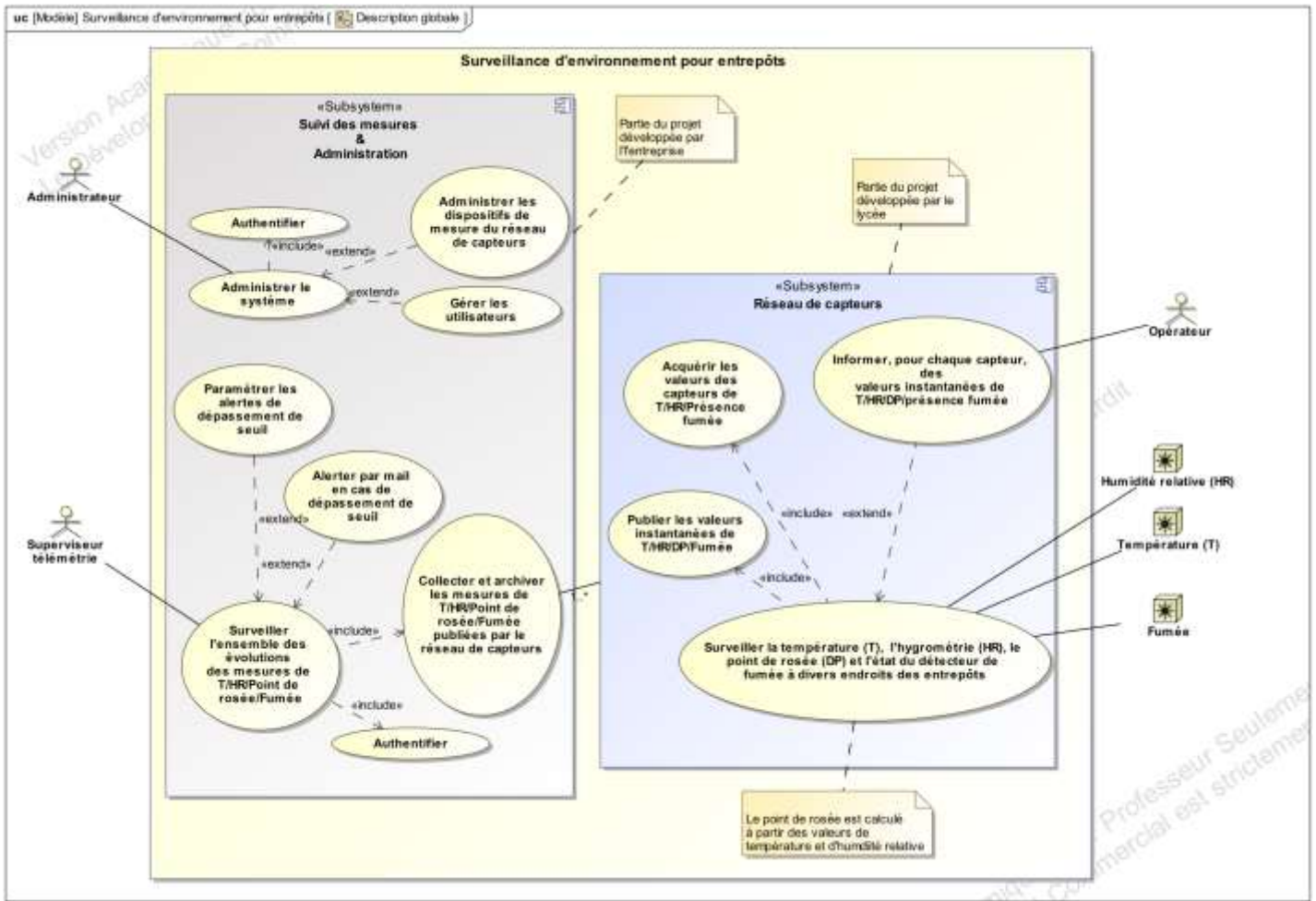
Ci-dessous figure le diagramme des cas d'utilisation du système complet.

Celui-ci est décomposable en 2 sous-systèmes :

1. Réseau de capteurs
2. Suivi des mesures & Administration

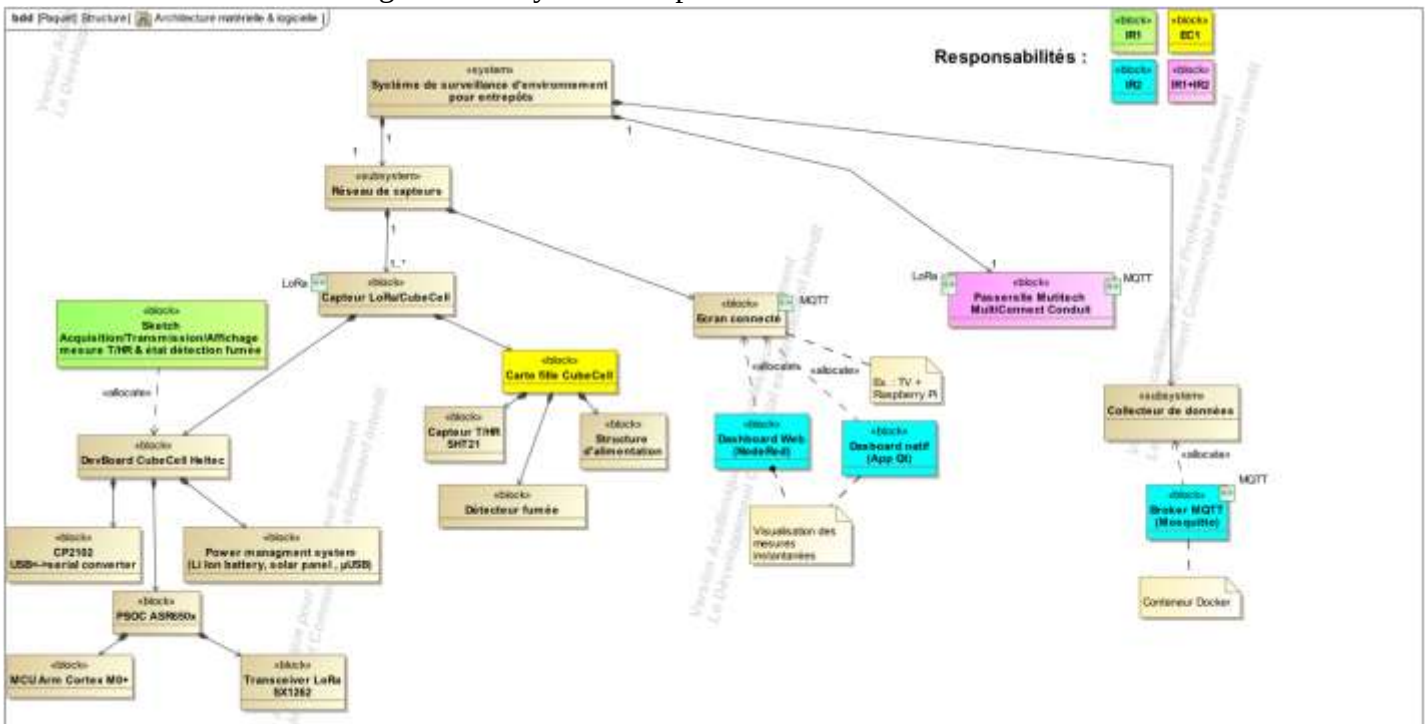
Le projet décrit dans ce document porte sur le sous-système n°1.

Le sous-système n°2 sera, quant à lui, développé par l'entreprise (stagiaires ingénieurs).



2.1.2 Architectures Matérielle & Logicielle

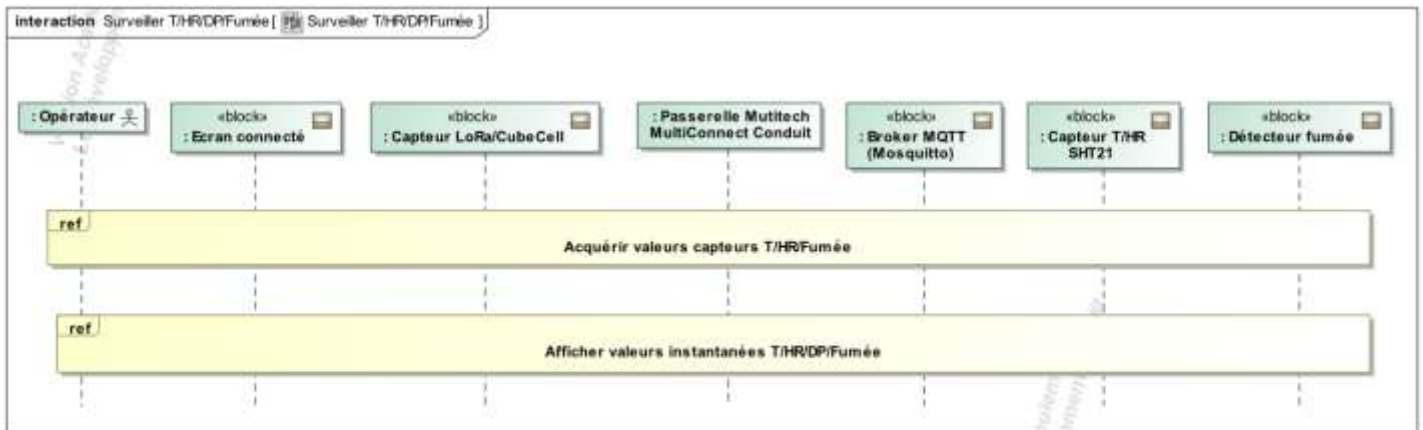
L'architecture matérielle et logicielle du système est présentée ci-dessous.



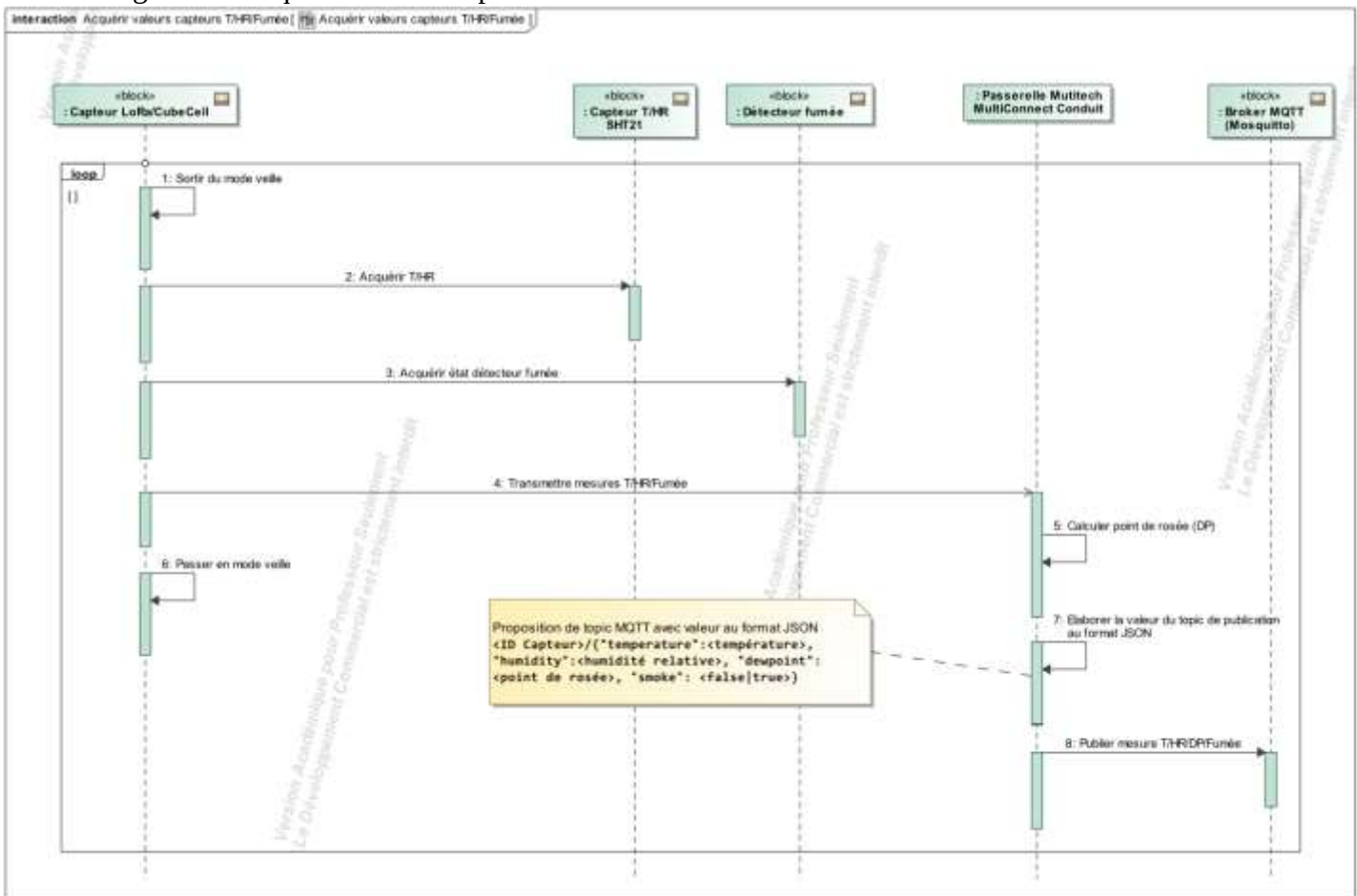
2.1.3 Scénarios des cas d'utilisation

Le scénario du cas d'utilisation de la partie du projet développée par le lycée est décrit ci-dessous sous-forme d'un diagramme de séquence SysML

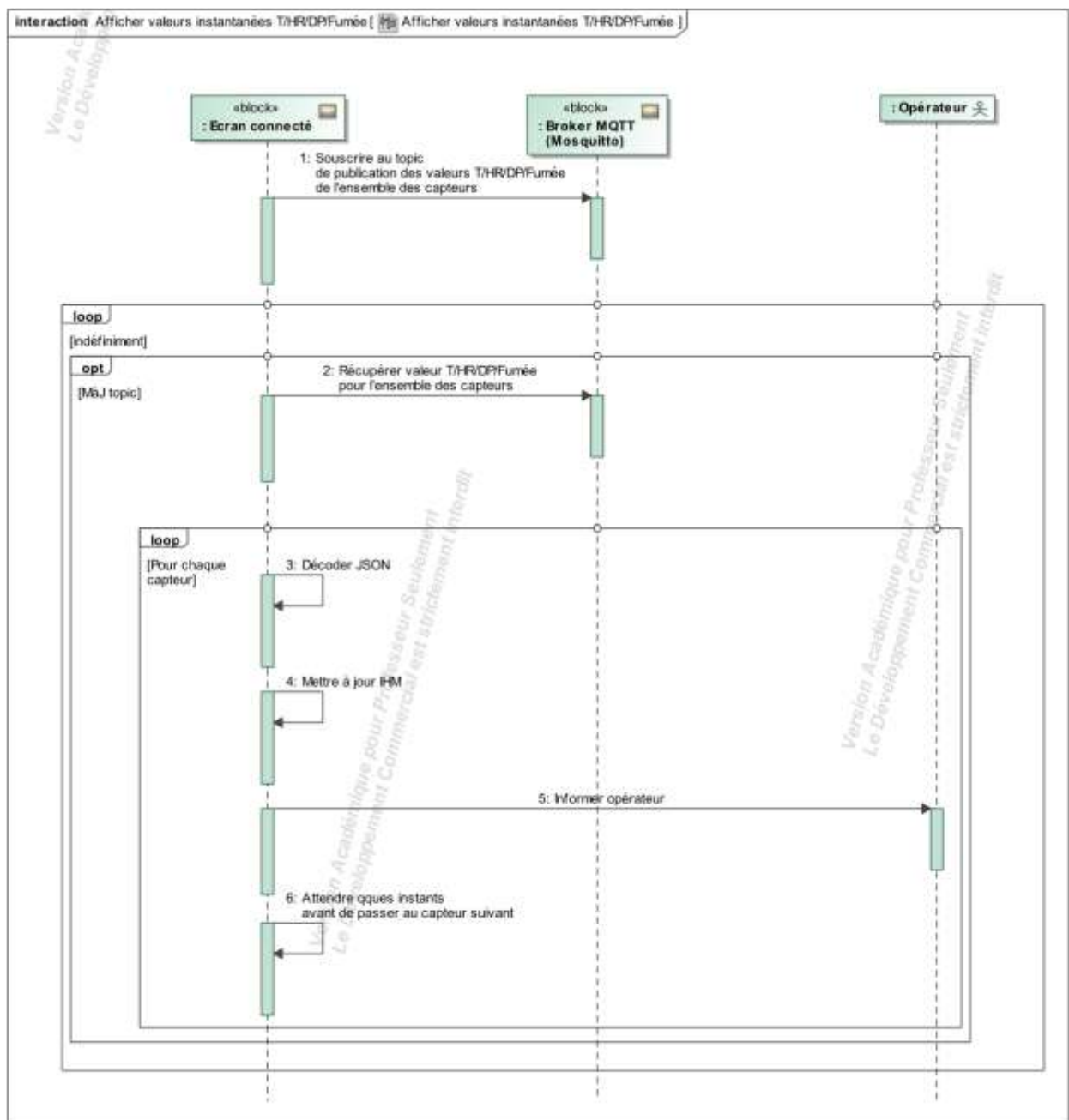
2.1.3.1 Surveiller T/HR/Point de rosée et l'état du détecteur de fumée à divers endroits des entrepôts



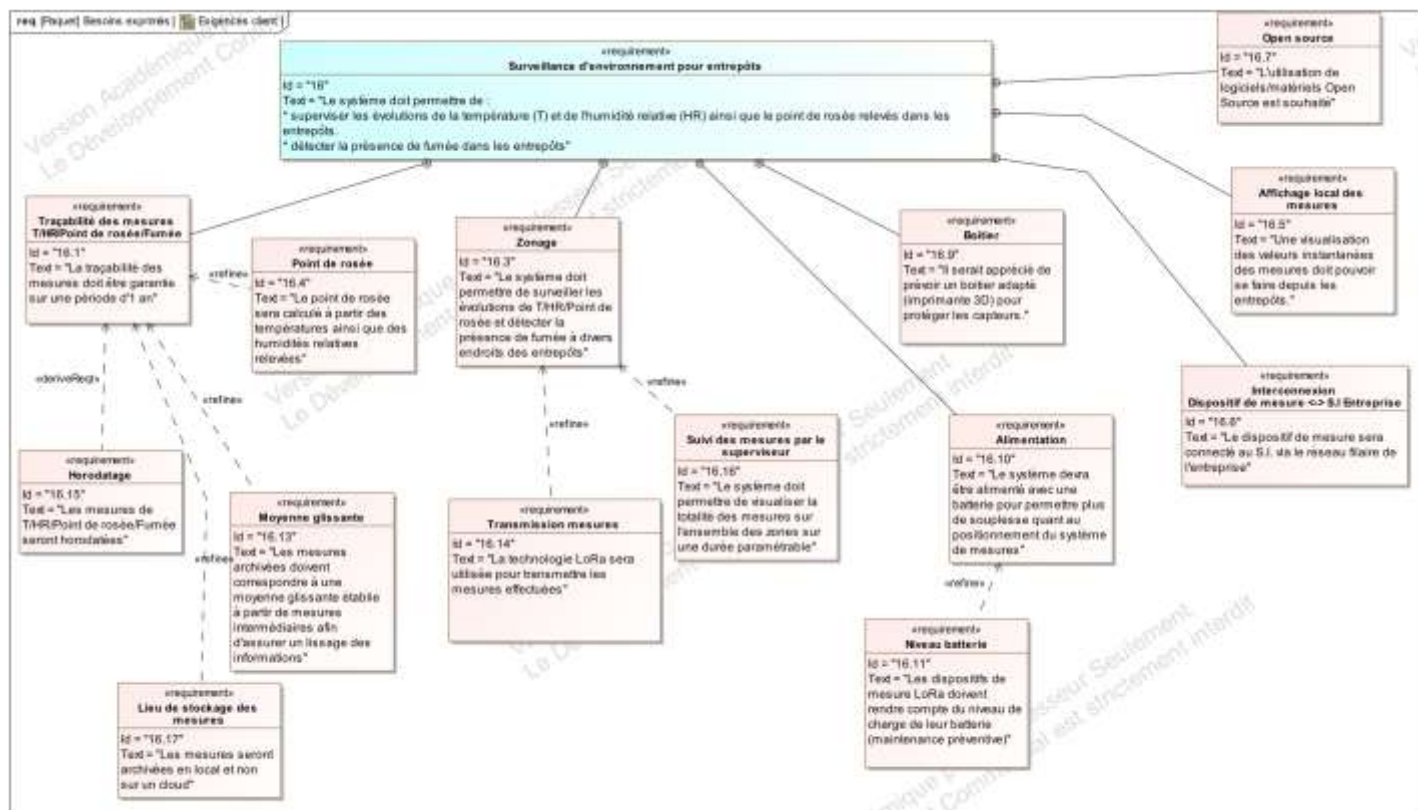
- Fragment « Acquérir valeurs capteurs T/HR/Fumée »



- Fragment « Afficher valeurs instantanées T/HR/DP/Fumée »



2.1.4 Exigences



2.2 Contraintes de réalisation

Contraintes financières (budget alloué) :

Budget estimé : **< 500€**

L'entreprise CrossDock participe au financement du projet.

Contraintes de développement (matériel et/ou logiciel imposés, 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 :

- PCs Windows 10/Linux
- Modules Cubecell Heltec HTTC-AB01
- Capteurs SHT21 (ECs + IRs)
- Plusieurs modèles de détecteurs de fumées grand public
- Passerelle LoRa (Multitech Multiconnect Conduit)
- Composants et matériel de câblage
- Platine d'essai type Labdec (ECs+IRs)
- Appareils de mesure (oscilloscope, multimètre, analyseur logique)
- Breakouts pour prototypage (SHT21,...)

Logiciels :

- Logiciel de modélisation SysML/UML : MagicDraw v7.02
- Logiciels de conception électronique : KiCad 5
- Logiciel de conception électronique Fritzing uniquement pour illustrer le prototypage rapide
- IDE Arduino + ajout gestionnaire cartes et bibliothèques ESP32
- Environnement de gestion de conteneurs logiciels : Docker Desktop
- Conteneurs Docker via la plateforme Docker Hub pour servir de base à la mise en place du broker MQTT (Mosquitto)

Documentation :

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

3 Répartition des tâches par étudiant

<p>Étudiant n° 1</p> <p>IR1</p>	<p><i>Liste des tâches assurées par l'étudiant</i></p> <p>Acquisition/Transmission LoRa valeurs capteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> • S'approprier le fonctionnement global de la technologie LoRa • Définir avec IR2 la messagerie LoRa (format du payload) • Concevoir/coder/tester un « sketch » pour le Heltec HTTC-AB01 permettant : <ul style="list-style-type: none"> • l'acquisition des mesures de T/HR par i2c • l'acquisition du capteur de fumée • la transmission via LoRa des valeurs des capteurs vers la passerelle Multitech Multiconnect Conduit • la réception via LoRa de valeurs de paramétrage (ex. : fréquence des mesures) • Travailler avec IR2 pour mettre en service la passerelle LoRa Multitech Multiconnect Conduit (installation, configuration, appropriation du fonctionnement) • Assurer la gestion de version logicielle (Git+Bitbucket) • Rédiger un manuel de démarrage rapide pour l'installation et l'utilisation des différents constituants (ex. : programmation du module Heltec, Passerelle Multitech Multiconnect Conduit) • Collaborer étroitement avec étudiants EC1 et EC2 	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IDE Arduino + plateformes ASR + librairies (pile LoRa) • Hardware/Firmware passerelle Multitech Multiconnect Conduit <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programmation C++ • Programmation Javascript (NodeRED) • Librairies Arduino (LoRa, boutons poussoir...) • Communications I2c/LoRa <p>Configuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Firmware Multitech Multiconnect Conduit <p>.....</p> <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sketch ESP32 Heltec • Scripts Javascript pour spécifier le comportement de certains nœuds de l'application NodeRed présente sur la passerelle Multitech Multiconnect Conduit <p>Documentation :</p> <p>Guide d'installation, manuel utilisateur, dossier de développement, gestion de version logicielle</p>
<p>Étudiant n°2</p> <p>IR2</p>	<p>Réception LoRa/Mise à disposition des mesures sur broker MQTT</p> <ul style="list-style-type: none"> • S'approprier le fonctionnement global de la technologie LoRa • Définir avec IR1 la messagerie LoRa (format du payload) • Travailler avec IR1 pour mettre en service la passerelle LoRa Multitech Multiconnect Conduit (installation, configuration, appropriation du fonctionnement) • Docker : s'approprier le fonctionnement global de cette solution de mise en place de conteneurs logiciels • MQTT : S'approprier le fonctionnement global du protocole de messagerie et du broker Mosquitto + installer Mosquitto dans un conteneur Docker + tester la communication avec un client MQTT (eg. MQTT.fx) + définir les topics MQTT propres à l'application (voir MQTT Topics & Best Practices) • Concevoir/Coder/Tester un dashboard 	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Docker Desktop (solution pour conteneurs logiciels) • Broker MQTT Mosquitto • Passerelle LoRa • Environnement développement Qt (IDE + framework) • Module QtMqtt <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conteneurs logiciels, communication MQTT, programmation Javascript/C++/Qt <p>Configuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passerelle LoRa • Docker • MQTT <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Publication Web des mesures via interface Web <p>Documentation :</p> <p>Guide d'installation, manuel utilisateur, dossier de développement, gestion de version logicielle</p>

	<p>web simple (NodeRed) pour visualiser les mesures d'un seul nœud LoRa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concevoir/Coder/Tester une application Qt/C++ pour visualiser l'ensemble des mesures réalisées dans les entrepôts • Assurer la gestion de version logicielle (Git+Bitbucket) • Rédiger un manuel de démarrage rapide pour l'installation et l'utilisation des différents constituants 	
Étudiant n°3 EC1	<p>Liste des tâches assurées par l'étudiant</p> <p>Carte version CubeCell et détection de fumée</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tous les documents des versions antérieures sont à disposition de l'étudiant, qui doit en prendre connaissance de façon à être capable d'expliquer le rôle de chacune des structures utilisées cette année. • Concevoir/Réaliser/Tester une nouvelle version fonctionnant autour d'une carte CubeCell et intégrant une détection de fumée issue de détecteurs grand public. Le CubeCell et le détecteur auront chacun leur propre alimentation autonome. • Effectuer des essais sur différents détecteurs de fumée du commerce pour repérer le signal logique indiquant la détection, afin de le transmettre au CubeCell après éventuelle adaptation de niveau. • Choisir le détecteur le mieux adapté, en listant les critères ayant amené à ce choix. • Effectuer des essais concernant la mesure de température et d'humidité relative. • Effectuer la saisie du schéma et le routage de cette carte. • Produire un programme permettant de tester le bon fonctionnement de la détection de fumée et du capteur T/HR. • Produire les fichiers Gerber afin que la fabrication du PCB soit sous-traitée. • Câbler le PCB de la carte et effectuer les essais. • Documenter la mise en service de la carte finalisée 	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en service (initialisation/configuration) de l'IDE Arduino pour la programmation d'une carte de développement CubeCell Heltec ASR650x. <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tester le(s) détecteur(s) de fumée mis à votre disposition. • Tester le capteur de température et d'humidité relative sur le CubeCell. <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prototypage rapide pour tester les capteurs/détecteurs. • Concevoir une carte permettant de recevoir le CubeCell et le détecteur de fumée. • Prévoir la possibilité de réaliser facilement un boîtier sur mesure. <p>Documentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schéma de câblage rapide (<i>Fritzing</i>) pour documenter la phase d'essais. • Documents de fabrication (<i>KiCAD</i>). Ces documents devront avoir un niveau de qualité permettant une fabrication industrielle du circuit imprimé. • Schéma structurel avec contours IBD. • Liste complète des composants avec leurs sources d'approvisionnement et leurs prix. • Programmes en C/C++ pour les mesures de T/HR et détection de fumée, accompagnés des commentaires et diagrammes nécessaires à leur compréhension. • Fiche de mise en service. • Fiche de dépannage
Tous les étudiants	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Documents de vie de projet</i> <ul style="list-style-type: none"> • Fiches de lecture croisée • Comptes rendus de réunion ✓ <i>Domaines de physique à traiter par l'ensemble des étudiants de l'équipe projet :</i> <ul style="list-style-type: none"> • Ondes électromagnétiques • Puissance et énergie. • Antennes • Capteurs 	

- Lignes de transmission
- Transmissions numériques.

4 Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées :

	Électronique et Communications	Informatique et Réseaux	IR1 IR2	EC 1
C2.1	Maintenir les informations		X	X
C2.2	Formaliser l'expression du besoin		X	X
C2.3	Organiser et/ou respecter la planification d'un projet		X	X
C2.4	Assumer le rôle total ou partiel de chef		X	X
C2.5	Travailler en équipe		X	X
C3.1	Analyser un cahier des charges		X	X
C3.3	Définir l'architecture globale d'un prototype ou d'un système		X	X
C3.5	Contribuer à la définition des éléments de recette au regard des contraintes du cahier des charges		X	X
C3.6	Recenser les solutions existantes répondant au cahier des charges		X	X
C3.8	Élaborer le dossier de définition de la solution techniquement			X
C3.9	Valider une fonction du système à partir d'une maquette réelle			X
C3.10	Réaliser la conception détaillée d'un module matériel et/ou logicielle			X
C4.1	Câbler et/ou intégrer un matériel		X	X
C4.2	Adapter et/ou configurer un matériel		X	X
C4.3	Adapter et/ou configurer une structure logicielle	Installer et configurer une chaîne de développement	X	X
C4.4	Fabriquer un sous ensemble	Développer un module logiciel	X	X
C4.5	Tester et valider un module logiciel et matériel	Tester et valider un module logiciel	X	X
C4.6	Produire les documents de fabrication d'un sous ensemble	Intégrer un module logiciel	X	X
C4.7	Documenter une réalisation matérielle / logicielle		X	X

5 Planification

Début du projet (Dp)	semaine 1 : 06/01/2021.
Revue 1 (R1)	semaine 6 : à partir du 10/02/2021.
Revue 2 (R2)	semaine 15 : à partir du 14/04/2021
Remise du projet (Rp)	semaine 20 : à partir du 22/05/2021 (date limite de remise du dossier sur l'espace académique)
Soutenance finale (Sf)	semaine 24 : à partir du 14/06/2021.

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.

Pour l'étudiant IR1, la démonstration devrait consister à :

- Montrer que l'acquisition de température/hygrométrie et la détection de fumée sont opérationnelles. Une démonstration de l'utilisation d'un analyseur logique serait appréciée.
- Prouver la bonne transmission via MQTT des mesures (température, hygrométrie, point de rosée, niveau de fumée) au format JSON
- Prouver la mise en place d'un système de gestion de version logicielle

Pour l'étudiant IR2, la démonstration devrait consister à :

- Montrer les courbes d'évolution des différentes mesures d'au moins 2 capteurs. Une démonstration de l'utilisation d'un espion réseau (Wireshark) serait appréciée.
- Faire constater l'émission d'alerte mail sur dépassement de seuil de chacune des mesures (température, hygrométrie, point de rosée, présence fumée)
- Prouver la mise en place d'un système de gestion de version logicielle

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 :

<Néant>

(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 Isle sur la Sorgue....., le 08/12/2020

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 candidat peut être évalué sur chacune des compétences		Chaque
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.