



Groupement académique : AIX-MARSEILLE		Session 2022	
Lycée : Alphonse BENOIT			
Ville : L'ISLE SUR LA SORGUE			
N° du projet : 4	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	07/01/2022 → 27/05/2022		Statut des étudiants	<input checked="" type="checkbox"/> Formation initiale	<input type="checkbox"/> Apprentissage
Spécialité des étudiants	EC	IR	<input checked="" type="checkbox"/> Mixte	Nombre d'étudiants	3
Professeurs responsables	ANTOINE / DEFRANCE / ESCURET / HORTOLLAND				

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.....	4
1.5	Solution globale proposée.....	4
2	Spécifications.....	5
2.1	Diagrammes UML / SYSML.....	5
2.1.1	Diagrammes des cas d'utilisation.....	5
2.1.2	Architectures Matérielle & Logicielle.....	6
2.1.3	Scénarios des cas d'utilisation.....	7
2.1.3.1	Surveiller T/HR/Point de rosée et l'état du détecteur de fumée à divers endroits des entrepôts....	7
2.1.4	Exigences.....	10
2.2	Contraintes de réalisation.....	10
2.3	Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents).....	10
3	Répartition des tâches par étudiant.....	12
4	Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées :.....	14
5	Planification.....	16
6	Conditions d'évaluation pour l'épreuve E6-2.....	16
6.1	Disponibilité des équipements.....	16
6.2	Atteintes des objectifs du point de vue client.....	16
6.3	Avenants :.....	16
7	Observation de la commission de Validation.....	17

7.1	Avis formulé par la commission de validation :.....	17
7.2	Nom des membres de la commission de validation académique :.....	17
7.3	Visa de l'autorité académique :.....	18

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

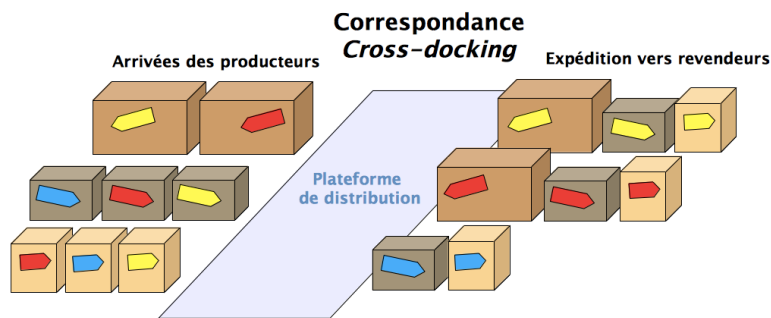
- L'entreprise Crossdock, spécialisée dans le secteur d'activité des transports routiers de fret interurbains (code APE : 4941A), souhaite **superviser différentes informations environnementales (température, humidité relative, fumée) de 2 entrepôts** situés sur leur site de Cavaillon (1 seul entrepôt 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

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](#)]

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

A l'origine, une solution de supervision de température et d'hygrométrie est déjà en place chez CrossDock. La solution 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.

Après une 1^{ère} solution de remplacement proposée et réalisée en 2019 qui se basait sur des dispositifs communicants (LoRa ou Bluetooth ou I2C) autour de capteurs SHT21/31, le projet a été reconduit en 2021. Il a eu pour objectif de simplifier la solution en proposant uniquement un mode de communication par LoRa pour le capteur « intelligent ». En outre, une détection de fumée a été ajoutée à la mesure de température et d'hygrométrie.

Solution 2019 :



Capteur LoRa sur base d'une carte WiFi LoRa ESP32 (Heltec) et de capteurs SHT21/31

Capteur Bluetooth sur base d'un module ESP32 et d'un capteur SHT21

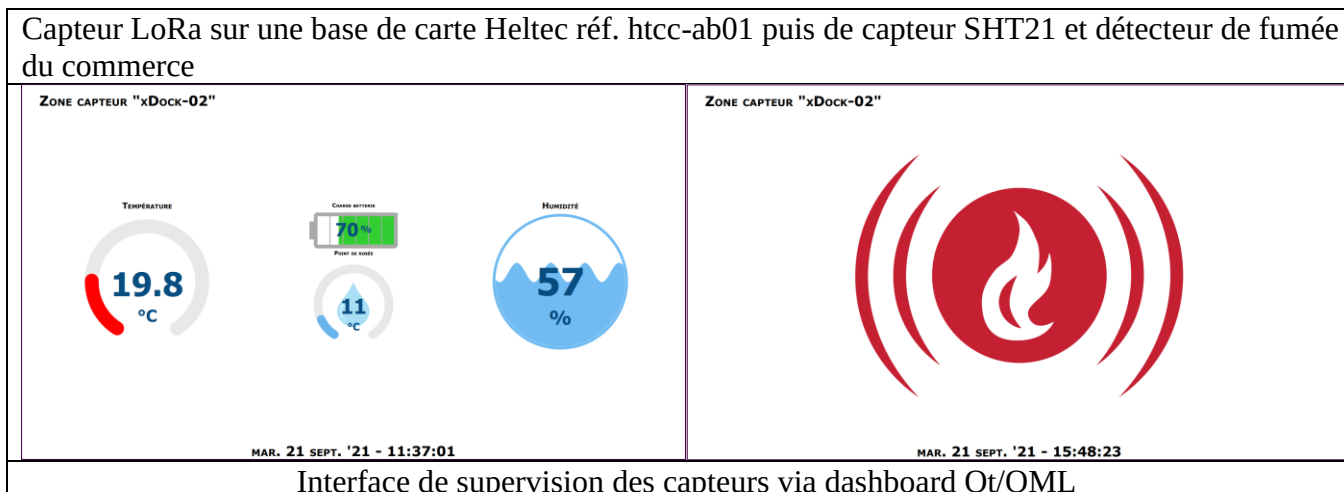
Capteur I2C sur base de capteur SHT21



Interface de supervision des capteurs via dashboard Grafana

Solution 2021 :





1.4 Cahier des charges de l'entreprise

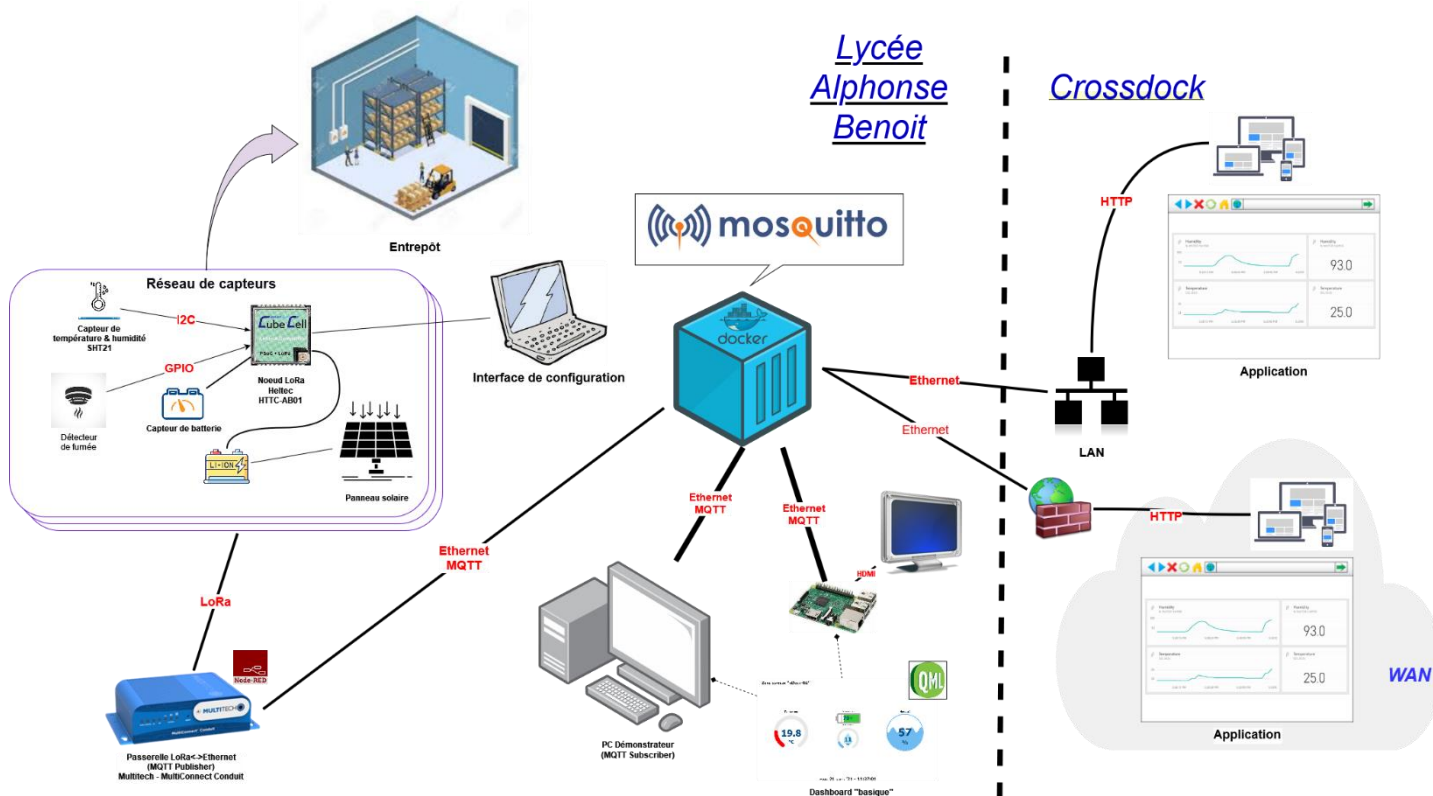
L'entreprise n'a pas fourni de cahier des charges écrit.

Celui-ci a été élaboré au cours d'un entretien avec le dirigeant de la société Crossdock qui a assisté à la démonstration, faite au lycée, de la solution proposée pour la session 2021.

Lors de l'entretien, il a été convenu de faire évoluer le projet de façon à :

- tenter d'alimenter le capteur T/HR/Fumée à l'aide d'une batterie unique couplée à un panneau solaire
- trouver une solution qui pourrait permettre le paramétrage des capteurs « intelligents » (fréquence des mesures, identifiant..) sans avoir à les reprogrammer, sachant que ceux-ci ne disposent ni d'écran, ni de clavier
- faire évoluer l'interface de supervision Qt/QML Windows du réseau de capteurs :
 - porter l'application sur Raspberry Pi
 - rendre possible le paramétrage (url broker MQTT, fréquence de défilement, ordre des écrans)
- corriger le problème détecté lors de la démonstration qui se manifestait par la non prise en compte de l'alerte incendie si celle-ci survient au cours de la transmission cyclique d'une mesure de T/HR instantanée

1.5 Solution globale proposée



2 Spécifications

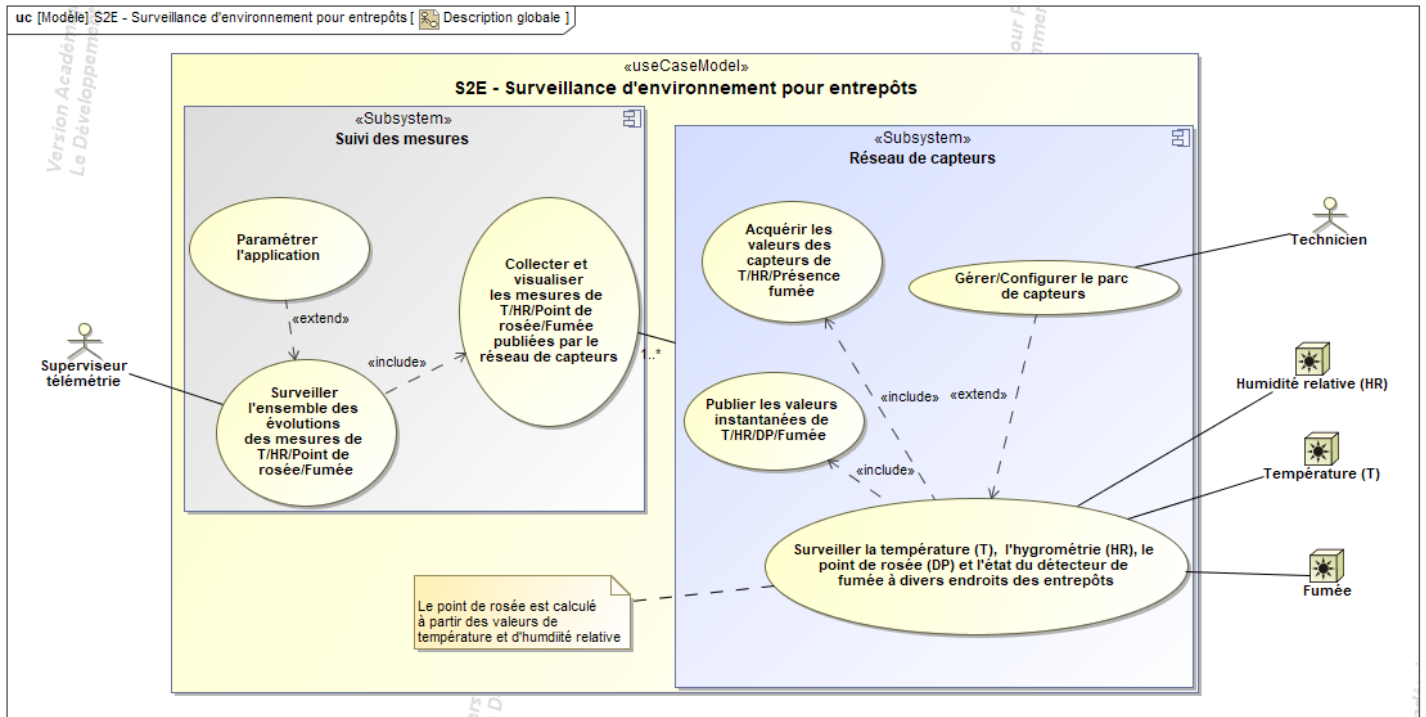
2.1 Diagrammes UML / SYSML

2.1.1 Diagrammes des cas d'utilisation

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

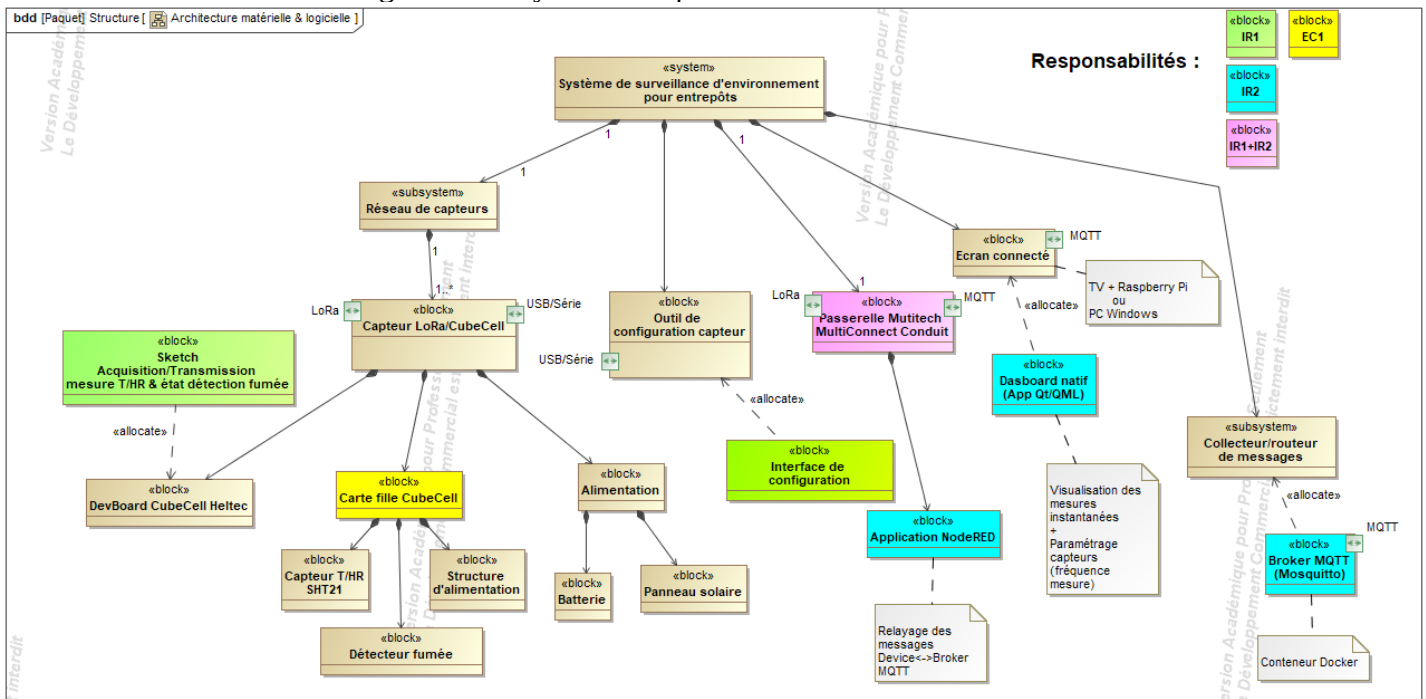
Celui-ci est décomposable en 2 sous-systèmes :

1. Réseau de capteurs
2. Suivi des mesures



2.1.2 Architectures Matérielle & Logicielle

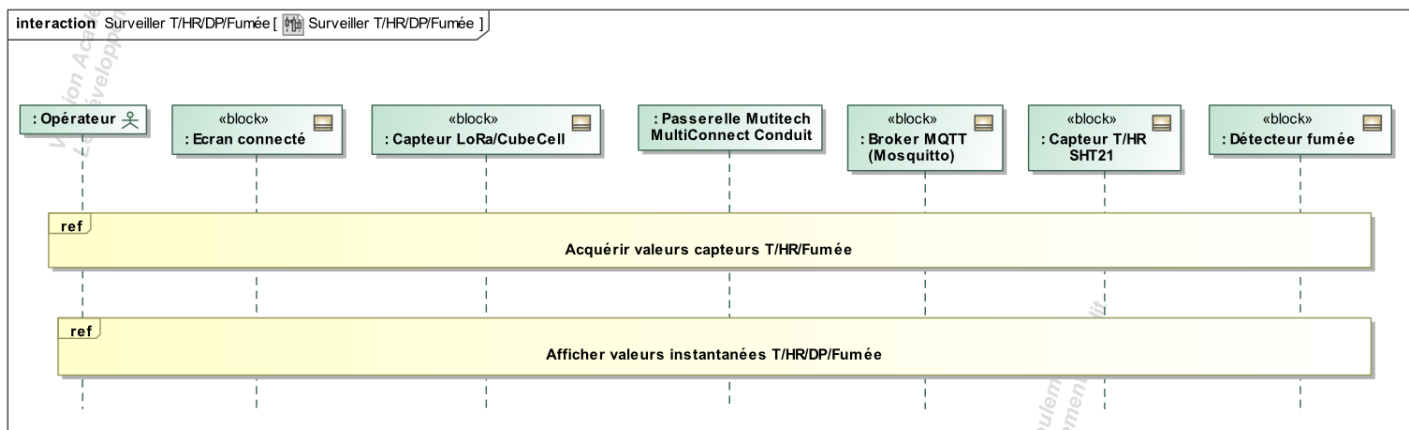
L'architecture matérielle et logicielle du système est présentée ci-dessous.



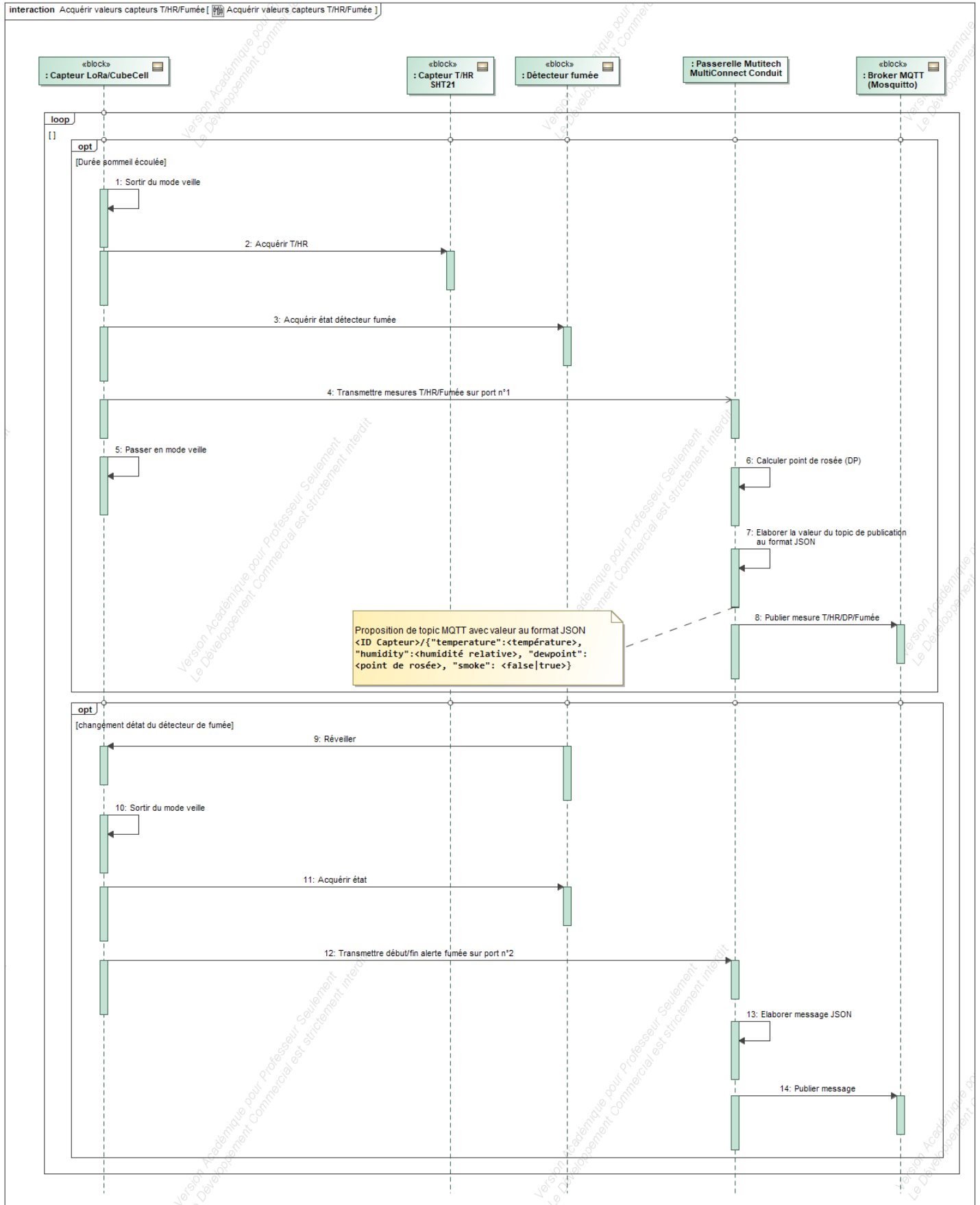
2.1.3 Scénarios des cas d'utilisation

Le scénario du cas d'utilisation est décrit ci-dessous sous-forme d'un diagramme de séquence SysML

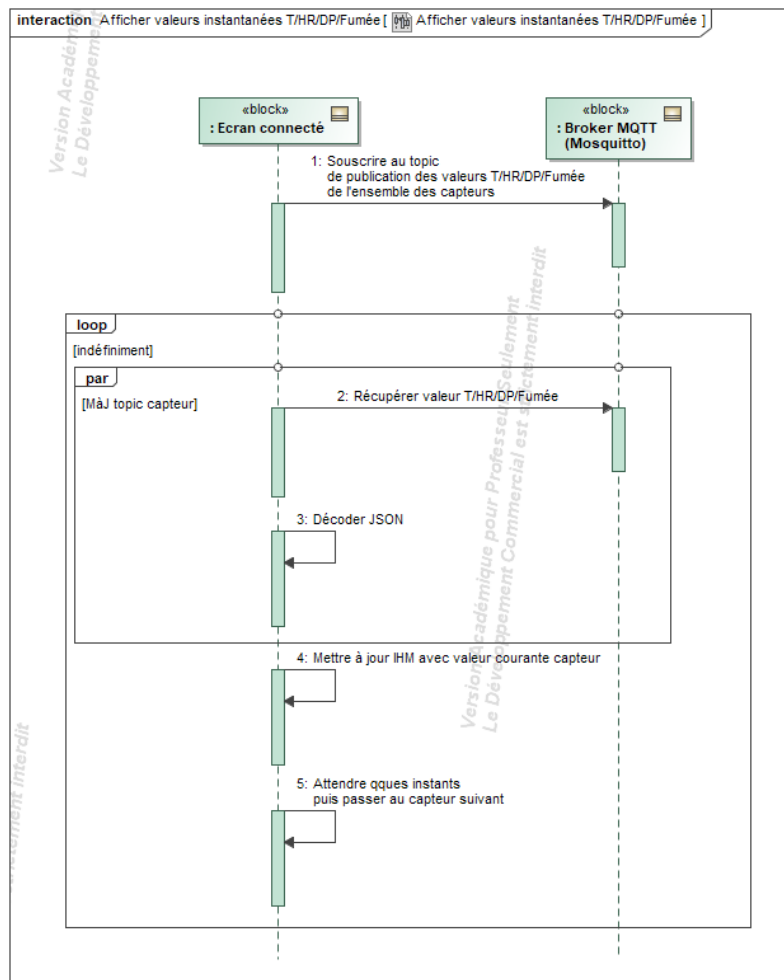
2.1.3.1 Surveiller T/HR/Point de rosée et l'état du détecteur de fumée à divers endroits des entrepôts



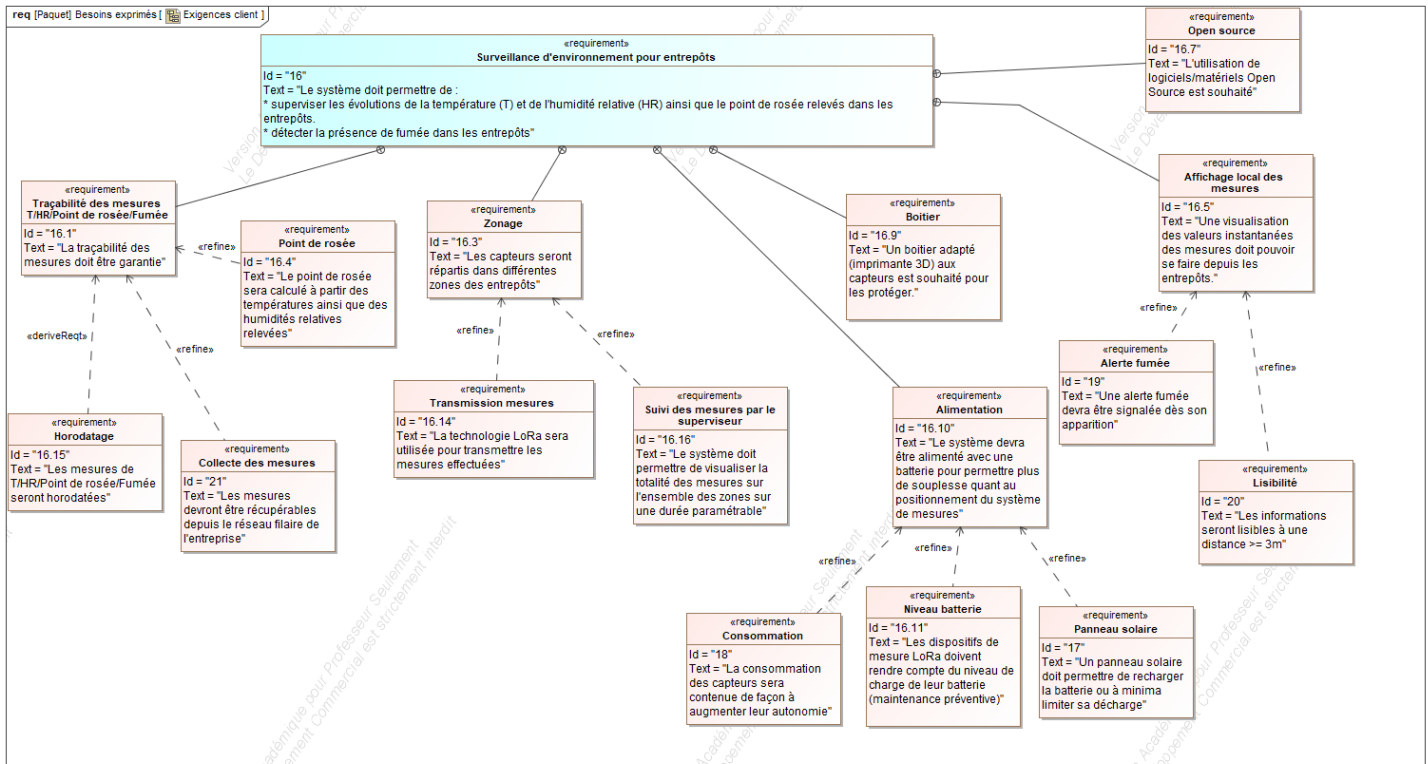
• Fragment « Acquérir valeurs capteurs T/HR/Fumée »



- 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
- Raspberry Pi
- Modules Cubecell Heltec HTTC-AB01
- Capteurs SHT21 (ECs + IRs)
- Prototype du capteur S2E réalisé au cours de la session 2021 du BTS
- 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
- SDK Qt
- Logiciels de conception électronique : KiCad 5
- Logiciel de conception électronique Fritzing uniquement pour illustrer le prototypage rapide
- IDE Arduino ou environnement VSCode/PlatformIO + ajout gestionnaire cartes et bibliothèques Cubecell HTCC-AB01
- 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>Evolution du sketch du Cubecell/Outil de configuration du Cubecell</p> <ul style="list-style-type: none"> • S'approprier le fonctionnement global de la technologie LoRa • Faire évoluer avec IR2 la messagerie LoRa pour prendre en compte le downlink (valeur de la fréquence des mesures paramétrable) • Porter l'application de l'an dernier sur l'IDE VSCode/PlatformIO • Adapter/Améliorer/Tester le « sketch » du Cubecell Heltec codé l'an dernier pour permettre : <ul style="list-style-type: none"> • la réception via LoRa de valeurs de paramétrage (ex. : fréquence des mesures) • une détection d'incendie fiable (prise en compte de l'alerte même lorsque déclenchée pendant la transmission cyclique des mesures) • une estimation plus rigoureuse du niveau de charge de la batterie • Travailler avec IR2 pour mettre en service la passerelle LoRa Multitech Multiconnect Conduit (installation, configuration, appropriation du fonctionnement) • Concevoir/Coder/Tester une application Qt pour la configuration initiale des capteurs (DevEUI, AppEUI) via les commandes AT du Cubecell Heltec • Faire un installateur pour l'application Qt • 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/configuration du module Heltec, Passerelle Multitech Multiconnect Conduit) • Collaborer étroitement avec étudiant EC1 	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Environnement de développement Cubecell Heltec (IDE VSCode/PlatformIO, SDK ASR, librairies) • Hardware/Firmware passerelle Multitech Multiconnect Conduit <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programmation C++ • Programmation Javascript (NodeRED) • Communications Série et LoRa <p>Configuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Firmware Multitech Multiconnect Conduit <hr/> <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sketch Cubecell Heltec • Scripts Javascript pour spécifier le comportement des nœuds de l'application NodeRed présente sur la passerelle Multitech Multiconnect Conduit • Application Qt pour la configuration initiale des capteurs <p>Documentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guide d'installation, • Manuel utilisateur, • Gestion de version logicielle • Dossier de développement,
<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 • Faire évoluer avec IR1 la messagerie LoRa pour prendre en compte le downlink (valeur de la fréquence des mesures paramétrable) • Travailler avec IR1 pour mettre en service la passerelle LoRa Multitech Multiconnect Conduit (installation, configuration, appropriation du fonctionnement) 	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passerelle LoRa • Environnement développement Qt/QML • Raspberry Pi • Conteneur Docker pour Broker MQTT Mosquitto <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • communication MQTT • programmation Javascript • programmation Qt/QML • Conteneurs logiciels <p>Configuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passerelle LoRa

	<ul style="list-style-type: none"> • 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 éventuellement les nouveaux topics MQTT propres à l'application (voir MQTT Topics & Best Practices) • Adapter/Améliorer/Tester l'interface de supervision Qt/QML Windows réalisée l'an dernier pour : <ul style="list-style-type: none"> • La porter sur Raspberry Pi et permettre son exécution automatique au démarrage (service systemd) • Rendre possible le paramétrage de l'application (url broker MQTT, fréquence de défilement, ordre des écrans) • Rendre possible le paramétrage à distance des capteurs (notamment la fréquence des mesures) • Adapter le flux NodeRED de la passerelle LoRa pour permettre le paramétrage à distance des capteurs (downlink LoRa) • Faire un installateur pour la version Windows de l'interface de supervision • Assurer la gestion de version logicielle (Git+Bitbucket) • Rédiger un manuel de démarrage rapide pour l'installation et l'utilisation des différents constituants 	<ul style="list-style-type: none"> • Docker • MQTT <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Publication Web des mesures via interface Web <p>Documentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guide d'installation, • Manuel utilisateur, • Gestion de version logicielle • Dossier de développement
<p>Étudiant n°3</p> <p>EC1</p>	<p><i>Liste des tâches assurées par l'étudiant</i></p> <p>Carte CubeCell , avec détecteur de fumée et alimentation par panneau solaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser et mettre en œuvre la carte développée lors de la session 2021. • Proposer une structure permettant d'alimenter la version 2021 à partir d'un panneau solaire. • Des essais devront être effectués pour dimensionner le panneau solaire, et l'accumulateur, si possible « en situation » (entrepôt CrossDock). Une structure de régulation de la charge devra être envisagée. • Une fois les essais terminés, le schéma structurel d'origine sera modifié en conséquence. • Effectuer la saisie du schéma et le routage de la solution proposée complète. Le contour du PCB de la version 2021 devra autant que possible être conservé. Produire les fichiers Gerber afin que la 	<p>Installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en service (initialisation/configuration) de l'IDE Arduino ou Visual Studio Code pour la programmation d'une carte de développement CubeCell Heltec ASR650x. <p>Mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Choisir un panneau solaire qu'il faudra tester en association avec un accumulateur à choisir également, ainsi que d'une éventuelle structure de régulation si nécessaire. <p>Réalisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prototypage rapide pour effectuer les tests. • Concevoir une carte conservant les fonctionnalités existantes et intégrant une alimentation en énergie autonome. <p>Documentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schéma de câblage rapide (Fritzing) pour documenter la phase d'essais. • Documents de fabrication de la carte (KiCAD). Ces documents devront avoir un niveau de qualité permettant une fabrication industrielle du circuit imprimé.

	<ul style="list-style-type: none"> fabrication du PCB soit sous-traitée. Câbler la carte et effectuer les essais. Documenter la mise en service de la carte finalisée. 	<ul style="list-style-type: none"> Schéma structurel avec contours IBD. Liste complète des composants avec leurs sources d'approvisionnement et leur prix. Programme en C/C++ permettant de valider la solution. 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 :

5

	Électronique et Communications	Informatique et Réseaux	Étudiant 1 IR	Étudiant 2 IR	Étudiant 3 EC		
C2.1	Maintenir les informations		X	X	X		
C2.2	Formaliser l'expression du besoin		X	X	X		
C2.3	Organiser et/ou respecter la planification d'un projet		X	X	X		
C2.4	Assumer le rôle total ou partiel de chef		X	X	X		
C2.5	Travailler en équipe		X	X	X		
C3.1	Analyser un cahier des charges		X	X	X		
C3.3	Définir l'architecture globale d'un prototype ou d'un système		X	X	X		
C3.5	Contribuer à la définition des éléments de recette au regard des contraintes du cahier des charges		X	X	X		
C3.6	Recenser les solutions existantes répondant au cahier des charges		X	X	X		
C3.8	Élaborer le dossier de définition de la solution techniquement						
C3.9	Valider une fonction du système à partir d'une maquette réelle						
C3.10	Réaliser la conception détaillée d'un module matériel et/ou logicielle						
C4.1	Câbler et/ou intégrer un matériel		X	X	X		

C4.2	Adapter et/ou configurer un matériel		X	X	X		
C4.3	Adapter et/ou configurer une structure logicielle	Installer et configurer une chaîne de développement	X	X	X		
C4.4	Fabriquer un sous ensemble	Développer un module logiciel	X	X	X		
C4.5	Tester et valider un module logiciel et matériel	Tester et valider un module logiciel	X	X	X		
C4.6	Produire les documents de fabrication d'un sous ensemble	Intégrer un module logiciel	X	X	X		
C4.7	Documenter une réalisation matérielle / logicielle		X	X	X		

6 Planification

Début du projet (Dp)	semaine ? : ??/ ??/2022.
Revue 1 (R1)	semaine ? : à partir du ??/ ??/2022.
Revue 2 (R2)	semaine ? : à partir du ??/ ??/2022.
Remise du projet (Rp)	semaine ? : à partir du ??/ ??/2022 (date limite de remise du dossier sur l'espace académique)
Soutenance finale (Sf)	semaine ? : à partir du ??/ ??/2022.

7 Conditions d'évaluation pour l'épreuve E6-2

7.1 Disponibilité des équipements

L'équipement sera-t-il disponible ? Oui Non

7.2 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.
- Faire constater la détection systématique de la présence de fumée
- Prouver la bonne transmission via MQTT des mesures (température, hygrométrie, point de rosée, niveau de fumée) au format JSON
- Faire une installation de l'application de paramétrage locale via l'installateur réalisé
- Prouver que la configuration initiale des capteurs via l'application de paramétrage est opérationnelle (modification DevEUI, AppEUI, AppKey)
- Prouver que le paramétrage à distance est opérationnel (modification fréquence des mesures)
- Faire une analyse de protocole à partir d'un analyseur logique (ex. : I2C, liaison série).
- Prouver la mise en place d'un système de gestion de version logicielle

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

- Faire une installation de l'interface de supervision Windows via l'installateur réalisé
- Faire constater la bonne prise en compte du paramétrage de l'interface de supervision quelle que soit la version (PC Windows ou Raspberry Pi)
- Visualiser sur l'interface de supervision (PC Windows et Raspberry Pi) les mesures d'au moins 2 capteurs.
- Faire constater l'affichage systématique des alertes incendie
- Faire une analyse de protocole (ex. : MQTT à partir d'un espion réseau comme Wireshark).
- Prouver la mise en place d'un système de gestion de version logicielle

7.3 Avenants :

Date des avenants : Nombre de pages :

8 Observation de la commission de Validation

Ce document initial :

comprend 18 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 Gardanne....., le 30/11/2021

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 :

.....

8.1 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 :

.....

8.2 Nom des membres de la commission de validation académique :

Nom	Établissement	Académie	Signature

8.3 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.