**BTS CIEL**

**Option : IR**

**E 6 – PROJET TECHNIQUE**

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Groupement académique : Créteil Paris Versailles** | | **Session : 2025** |
| **Lycée : Agora Puteaux** | | |
| **Ville :Puteaux** | | |
| **N° du projet :** | **Nom du projet : Smart conteneurs** | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Projet nouveau | Oui ✓ | Non 🞏 |  |  | Projet interne | Oui ✓ | Non 🞏 |
|  |  |  |  |  | Statut des étudiants | Formation initiale ✓ | Apprentissage 🞏 |
| Spécialité des étudiants | ER ✓ | IR 🞏 | Mixte 🞏 |  | Nombre d’étudiants : | | |
| Professeurs responsables : | | Mrs Serreau Rémi, Bigrat Franck, Bouix Alain, Moureaux Philippe | | | | | |

**Sommaire**

[1 Présentation et situation du projet dans son environnement 2](#_Toc431935213)

[1.1 Contexte de réalisation 2](#_Toc431935214)

[1.2 Présentation du projet 2](#_Toc431935215)

[1.3 Situation du projet dans son contexte 2](#_Toc431935216)

[1.4 Cahier des charges – Expression du besoin 2](#_Toc431935217)

[2 Spécifications 3](#_Toc431935218)

[2.1 Diagrammes SYSML 3](#_Toc431935219)

[2.2 Contraintes de réalisation 3](#_Toc431935220)

[2.3 Ressources mises à disposition des étudiants (logiciels / matériels / documents) 3](#_Toc431935221)

[3 Répartition des fonctions ou cas d’utilisation par étudiant 4](#_Toc431935222)

[4 Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées : 5](#_Toc431935223)

[5 Planification (Gantt) 6](#_Toc431935224)

[6 Condition d’évaluation pour l’épreuve E6 projet 6](#_Toc431935225)

[6.1 Disponibilité des équipements 6](#_Toc431935226)

[6.2 Atteintes des objectifs du point de vue client 6](#_Toc431935227)

[6.3 Avenants : 6](#_Toc431935228)

[7 Observation de la commission de Validation 7](#_Toc431935229)

[7.1 Avis formulé par la commission de validation : 7](#_Toc431935230)

[7.2 Nom des membres de la commission de validation académique : 7](#_Toc431935231)

[7.3 Visa de l’autorité académique : 7](#_Toc431935232)

# Présentation et situation du projet dans son environnement

## 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 :  Adresse :  Contact :  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://  Tel : Mail du contact : | | | |

## Présentation du projet

(Présentation succincte / synoptique de l’architecture / limite de l’étude /attente du point de vue du client)

**Expressions des besoins :**

Afin de limiter son empreinte carbone, une agglomération souhaite optimiser le ramassage de ses containeurs à verre grâce à la visualisation sur un poste centralisé du taux de remplissage de chaque conteneur. Ces informations permettront ensuite de décider quand, dans quel ordre, quels conteneurs doivent être ramassés. Les trajets sont ainsi réduits à leur strict minimum.

Afin de mieux gérer le recyclage des verres réalisé par un partenaire privé, l’agglomération stocke elle-même les verres ramassés puis contacte l’entreprise de recyclage seulement lorsque le poids de verre accumulé atteint une certaine valeur préenregistrée.

**Solutions envisagées :**

Chaque conteneur est muni d’une informatique embarquée mesurant son taux de remplissage. Cette valeur est transmise et affichée à intervalle régulier ainsi qu’un identifiant unique et ses coordonnées GPS à un poste de supervision central.

La mesure du taux de remplissage se fait à l’aide d’un émetteur récepteur à ultrason.

La transmission des données se fera via un réseau basse consommation de type Lora.

Une base de données référencera chaque conteneur (position, identifiants…) et permettra de construire un historique du remplissage des conteneurs afin de réaliser des statistiques permettant de mieux placer les conteneurs en fonctions de leur utilisation.

L’affichage de cet historique se fera dans le poste central de supervision.

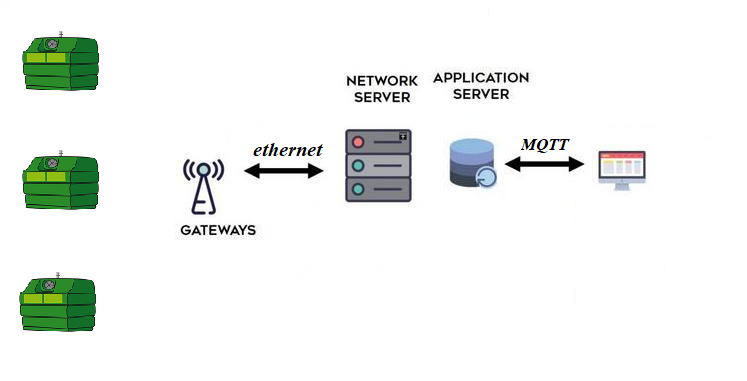
Le véhicule chargé de la collecte de verre sera pesé à chaque départ ainsi qu’au retour afin de connaitre le poids du verre accumulé. Cette valeur sera stockée dans la base de données et affiché dans le poste de supervision qui émettra une alerte lorsqu’il sera nécessaire de les envoyer vers l’entreprise de recyclage.

**Le système ne fait que fournir des informations et ne prend aucune décision, celles-ci restent à la charge des responsables de l’agglomération.**

**Synoptique général :**

LoraWan

LORA



Application

poste central

TCP/IP

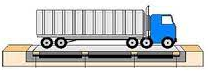
*Service tiers :*

*theThingsNetwork*









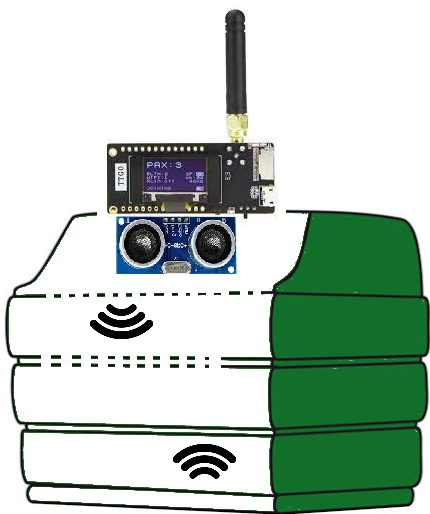
RS232

Informatique

embarquée

Pesée du camion

**Détail des conteneurs à verre :**



Emetteur/récepteur ultrason

Antenne Lora

Device ESP32 + Lora + Gpio

## Situation du projet dans son contexte

|  |  |
| --- | --- |
| Domaine d’activité du système support d’étude : | ✓ l’industrie 4.0 et 5.0, l’Internet des objets (IoT) ;  ✓ les télécommunications ;  ✓ la cybersécurité ;   * l’informatique industrielle ;   ✓ l’informatique embarquée ;   * les centres de services ; * les activités de conseils ; * l’agriculture ; * la santé, le médical, la télémédecine ; * l’automobile et plus largement les nouveaux moyens de déplacements, les transports ; * l'aéronautique, la défense, l'espace ;   ✓ les sciences et technologies de l'information et de la communication, le multimédia ;   * le commerce des matériels électroniques et numériques ; |

## Cahier des charges – Expression du besoin

**Ce système d’aide à la décision doit répondre aux besoins suivants :**

* Transmettre périodiquement (période paramétrable) le taux de remplissage de **conteneurs à verre** puis les afficher sur un poste central afin de déterminer le moment et le trajet de collecte des conteneurs.
* Afficher en temps réel le poids cumulé (ou volume) du verre collecté permettant de contacter au moment opportun une entreprise de recyclage.
  + 1. ] **Cahier des charges en relation avec les conteneurs à verre :**

**Chaque conteneur à verre** est muni d’un device (une informatique embarquée) de type ESP32Lora sur laquelle un programme doit :

* **Acquérir** à périodiquement (période paramétrable) le taux de remplissage en utilisant un capteur de proximité de type émetteur récepteur à ultrason.
* **Transmettre** ce taux via le réseau Lora vers un service tiers « the things network » ( **ttn** ) qui récupère les données de chaque conteneur et les publie vers des clients MQTT ayant souscrit à ces données.
* **Transmettre** simultanément les coordonnées GPS du conteneur ainsi qu’un identifiant unique.
* Accéder au service tiers qui relaiera les données via le site « the things network ».
  + *Ce service est à configuré conformément aux besoins du système.*
    - *Créer un compte utilisateur*
    - *Référencer les devices lora (conteneur) mis en œuvre.*
    - *Configurer le mode de consommation des données.* ***Le choix sera l’utilisation du protocole MQTT.***
    - Configurer le codage des données transmises : taux, coordonnées, identifiant… On choisira le format normalisé **Cayenne**.

***La phase d’installation des conteneurs sur le terrain n’est pas étudiée dans le cadre du projet.***

* + 1. ] **Cahier des charges en relation avec le poste central de supervision :**

A la réception de données issues d’un conteneur, le service tiers ttn les publiera grâce à son broker mqtt afin d’être visualisées sur une application de type IHM et POO sur le PC central.

Le service ttn devra être paramétré pour:

* Recenser tous les conteneurs.
* Distribuer les données reçues aux souscripteurs (MQTT).

Cette application devra :

* Se connecter au serveur ttn
* Souscrire aux topics **MQTT** correspondant aux devices Esp32-Lora des conteneurs afin de recevoir les données correspondantes au format **Cayenne**.
  + Taux de remplissage en % (valeur analogique de type float)
  + Coordonnées GPS (codées en dures sur le device et différentes pour chacun d’entre eux)
  + Identifiants uniques (codé en dur)
* Stocker les données reçues dans une base de données pour d’éventuels statistiques (valeurs et horodatage).
* Afficher les données de chaque conteneur.
* Paramétrer la valeur de référence fonction du volume des conteneurs
* Demander au sous système de pesée du camion, le poids de celui-ci :
  + *Prévoir un bouton dans l’ihm.*
  + *Client TCP ou UDP requérant le poids.*
* Stocker temporairement les valeurs de poids du camion à l’aller et au retour pour le calcul du cumul de verre collecté.
* Afficher le volume ou le poids cumulé du verre collecté en relation avec la valeur de référence à ne pas dépasser.

Lors de la collecte des verres :

* Avant le départ, le camion est pesé par une balance reliée via RS232 à un module informatique de type raspberry, disponible à la demande via un serveur TCP ou UDP
* Au retour, le camion est de nouveau pesé et le poids, de nouveau transmis à l’application sur le poste centrale ou le total cumulé est mis à jour et affiché.

Stockage des données :

Une base de données située sur le poste central stocke à des fins de journalisation et statistiques les poids ou volume de verre collecté ainsi que l’horodatage. Cette base référence aussi les conteneurs (identifiants, coordonnées gps…).

Elle doit pouvoir être administrée via un site web :

* Ajout, modification, suppression des conteneurs
* Affichage des statistiques par horodatage, par conteneurs sous forme de courbes et non de tableaux.

De manière générale, les communications doivent être sécurisées en utilisant les protocoles adaptés ou des API sécurisées.

* + 1. **] Contexte pédagogique et résultats attendus :**
* Système opérationnel avec 2 conteneurs.
* Un troisième est réservé à la démonstration afin de valider l’ajout d’un conteneur.
* Le système doit cependant prendre en charge un nombre indéterminé de conteneur.
* Pour des raisons de simplifications pédagogiques, les identifiants des devices (conteneurs) seront codés en dur dans le code ainsi que leurs coordonnées GPS (valeurs arbitraires)

# Spécifications

## Diagrammes SYSML

|  |
| --- |
| **Diagrammes de composants par étudiant :** |

Etudiant 1

ESP32-Lora \* 3

Etudiant 4

raspberry

Etudiant 3

Web et Bdd

Etudiant 2

Appli centrale

**Service tiers TTN**

**TheThingsNetwork**

Paramétrages :

* Compte
* appli
* Devices
* MQTT



**Passerelle Lorawan**

Utilisation du protocole TLS

réseau Lora

**Appli centrale**

**ESP32-lora ( 3 exemplaires )**

Paramétrage conteneur

Gestion ultrason

Envoi via Lora

Client MQTT :

souscripteur

IHM

visualisation

Communication BDD

Client TCP tls

TCP/IP

Sécurisé

Via TLS

**Raspberry**

Lecture RS232

Serveur TCP tLS

**Site web**

Pages web

Gestion BDD

RS232

**Pèse camion**



navigateur

## Contraintes de réalisation

Contraintes financières (budget alloué) :

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

* Utilisation du réseau Lora et des composants compatibles : ESP32-lora
* Utilisation du service tiers TTN : TheThingsNetwork
* Utilisation du protocole MQTT ( version sécurisé ) entre TTN et l’appli centrale.

Contraintes qualité (conformité, délais, …) :

Contraintes de fiabilité, sécurité :

* Toutes les communications sur le réseau doivent être sécurisées
* Pour des raisons pédagogiques, les identifiants des conteneurs sur les modules ESP32-Lora seront codés en dur.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Désignation | Caractéristiques techniques |
| 1 | 3 modules ESP32-Lora + API nécessaires  Passerelle Lorawan  Emetteur récepteur ultrason |  |
| 2 | PC + EDI |  |
| 3 | PC + EDI |  |
| 4 | PC + raspberry + EDI  Balance RS232 |  |

# Répartition des fonctions ou cas d’utilisation par étudiant

|  |  |
| --- | --- |
|  | Fonctions à développer et tâches à effectuer |
| Étudiant 1  **ESP32 Lora**  EC 🞏IR ✓ | * **TC1** : Analyser les objectifs et contraintes du projet * **TC2** : Gérer la planification, rédiger les documents du projet. * **TC3** : Réaliser les tests unitaires et produire les fiches de recettes. * **TI100**: Configurer le serveur **TTN** et produire un document regroupant toutes les données caractéristiques et essentielles. * **TI101 :** Produire un module logiciel permettant d’envoyer au service tiers **ttn** toutes les 2 secondes une valeur analogique auto-incrémentée et des coordonnées gps en utilisant le format **Cayenne**. * **TI102 :** Réaliser les tests et produire la fiche de recette. * **TI106** : Coder un module logiciel qui met en œuvre le capteur de distance à ultra-son.   + Le résultat doit être le pourcentage de remplissage des conteneurs fournis. * **TI107** : réaliser les tests à l’aide des conteneurs fournis et produire un document validant ces tests en précisant la relation entre la hauteur du conteneur et les valeurs obtenues par le capteur afin de justifier la fonction de conversion distance ⬄ pourcentage. * **TI108** : Intégrer le module **TI106** au module **TI101** afin de produire l’applicatif final conforme aux exigences du cahier des charges. * **TI109** : Réaliser les tests et produire un document montrant les trames reçues sur le serveur **ttn** (analysées et expliquées) pour les 3 conteneurs dans 3 situations différentes :   + Conteneur vide.   + Conteneur plein.   + Conteneur à moitié plein. * **TI110** : Réaliser les tests finaux en collaboration avec les autres étudiants. * **TI111** : Produire la fiche de recette de ces tests finaux. * **TI112** : Réaliser un document expliquant la mise en œuvre du sous-système à destination des autres étudiants. * **TI113** : Produire et réaliser un scénario préparant les 20 mn de démonstration orale de l’épreuve E62 |
| Étudiant 2  **Appli centrale**  EC 🞏IR ✓ | Liste des fonctions assurées par l'étudiant   * **TC1,TC2,TC3** * **T201** : Concevoir l’ergonomie d’une ihm intégrant toutes les fonctionnalités définies dans le diagramme des cas d’utilisations. Produire le dessin correspondant. * **T202** : Coder l’ihm :   + Mise en place des composants graphiques   + Mise en place des gestionnaires d’événements réalisant les cas d’utilisations.   Tester et produire un document validant les tests (image de l’ihm + message dans la console ou autre).   * **TI203** : En collaboration avec l’étudiant 1, produire la liste des topics MQTT * **TI204** : Coder un module logiciel client MQTT sécurisé, conforme aux topics précédents. * **TI205** : Tester ce module et consigner les résultats (trames réseaux et/ou messages console) dans un document. * **TI206** : intégrer ce module dans l’ihm (TI202), refaire les tests puis les consigner dans le document précédent. * **TI207** : Produire un module logiciel ( classes) qui extrait de la base de données les données nécessaires à la gestion de tous les conteneurs mis en œuvre. * **TI208** : Compléter le code de l’ihm avec le module précédent. * **TI209** : Tester et produire le document consignant le résultat des tests :   + Copie d’écran de l’ihm   + Copie du contenu de la base de données   + Mise en évidence de la concordance des 2 copies. * **TI212** : En collaboration avec l’étudiant 4, définir la nature et le format des données échangées pour démarrer la pesée d’un camion. Produire le document consignant ces informations. * **TI213** : coder un module logiciel ( client TCP sécurisé TLS) réalisant la demande et le traitement du poids du camion puis l’insérer dans l’ihm   + Différencier le départ et le retour du camion   + Afficher le poids du camion et le poids cumulé de toutes les collectes   + Journaliser le traitement du poids.   + Prévoir une raz du poids cumulé. * **TI214** : Tester avec le module de l’étudiant 4 ou avec un serveur test. * **TI215** : Produire un document consignant le résultat des tests. * **TI216** : Réaliser les tests finaux en collaboration avec les autres étudiants. * **TI217** : Produire un document validant ces résultats. * **TI218** : Réaliser un document expliquant la mise en œuvre du sous-système à destination des autres étudiants. * **TI219** : Produire et réaliser un scénario préparant les 20 mn de démonstration orale de l’épreuve E62 |
| Étudiant 3  **https**  **BDD**  **Site web**  EC 🞏IR ✓ | Liste des fonctions assurées par l'étudiant   * **TC1,TC2,TC3** * **TI301 :** Mettre en œuvre la base de données à aprtir du modèle fourni   + *Stoker les informations nécessaires à chaque conteneur*   + *Stoker la journalisation des taux de remplissage et poids cumulé des collectes.* * **TI302** : Produire la représentation graphique de ce modèle. Le fournir au étudiants 1 et 2. * **TI303** : Mettre en œuvre un serveur web, tester. * **TI304** : Construire et peupler la base de données avec :   + Les données relatives aux conteneurs (voir étudiant 1).   + Des données arbitraires pour les tests. * **TI305** : Coder les pages web de gestion des conteneurs : ajout, modification, suppression… * **TI306** : Coder les pages web d’affichage des journaux et statistiques en fonction des taux de remplissages et poids collectés par conteneur, par date. * **TI307** : Tester et consigner les résultats des tests dans un document. * **TI308** : Paramétrer le serveur web afin de n’accepter que les connexions https. * **TI309** : Réaliser les tests finaux en collaboration avec les autres étudiants. * **TI310** : Produire un document validant ces résultats. * **TI311** : Réaliser un document expliquant la mise en œuvre du sous-système à destination des autres étudiants. * **TI312** : Produire et réaliser un scénario préparant les 20 mn de démonstration orale de l’épreuve E62 |
| Étudiant 4  **Pesée camion serveur TLS**  EC 🞏IR ✓ | Liste des fonctions assurées par l'étudiant   * **TC1,TC2,TC3,TC4,TC5** * **TI400 :** Après avoir analysé la balance fournie et ses documents, produire un document consignant les caractéristiques essentielles du matériel.   + Caractéristiques de la liaison RS232   + Paramétrages possibles   + Codage des données. * **TI401** : Coder un module logiciel d’acquisition du poids issu de la balance via la liaison RS232. * **TI402** : Produire un document validant ces résultats. * **TI403**: Coder et tester un serveur sécurisé capable de fournir un texte ou une valeur numérique (à définir). * **TI404**: intégrer les modules produits lors des tâches T402 T403 afin de transmettre le poids à chaque requête du client réalisé par l’étudiant 2. * **TI405**: tester et produire un document validant ces tests. * **TI406** : Réaliser un document expliquant la mise en œuvre du sous-système à destination des autres étudiants. * **TI407** : Produire et réaliser un scénario préparant les 20 mn de démonstration orale de l’épreuve E62 |

# Exploitation Pédagogique – Compétences terminales évaluées :

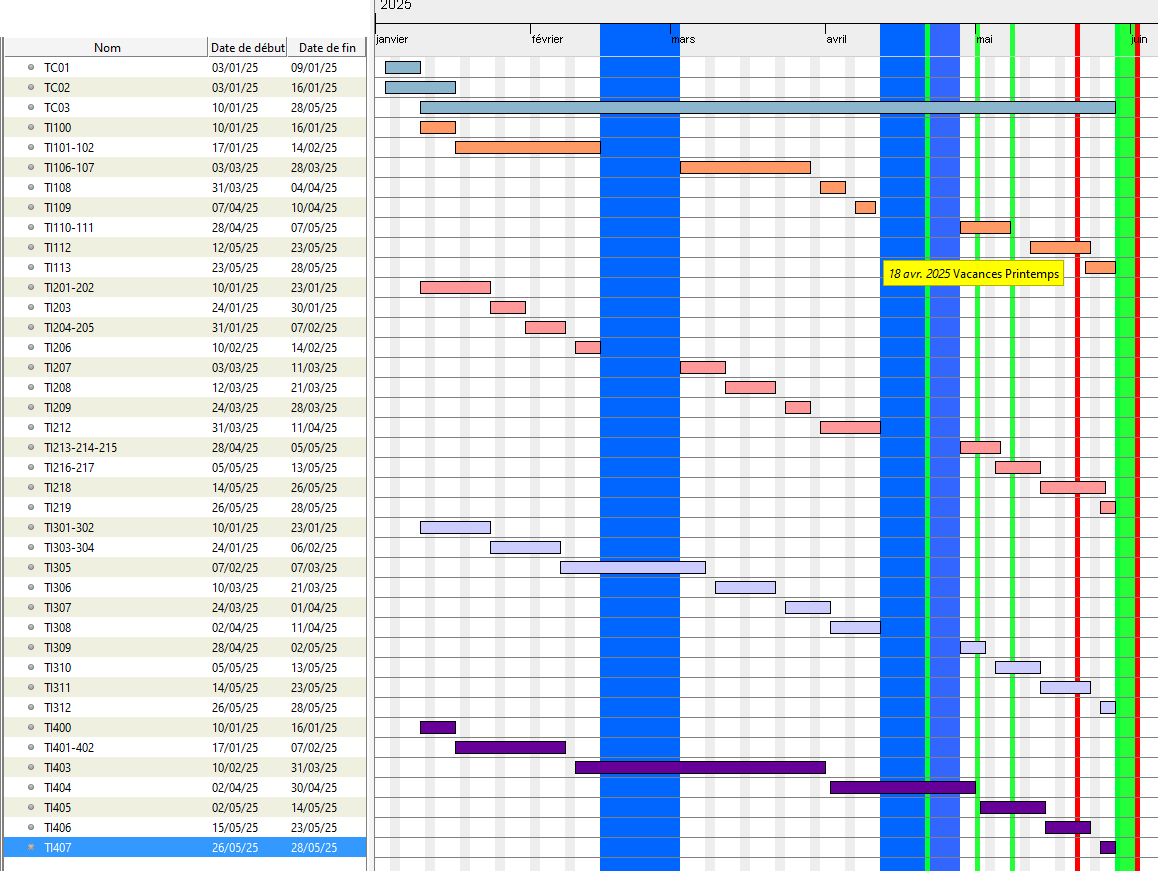
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Informatique & Réseaux | Étudiant 1 | | Étudiant 2 | | Étudiant 3 | | Étudiant 4 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| C1 | Communiquer en situation professionnelle | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| C3 | Gérer un projet | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| C8 | Coder | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| C10 | Exploiter un réseau informatique | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |

Voir le fichier pdf des observables

# Planification (Gantt)

Préciser les dates :

* début du projet début janvier
* revues 1 (R1) semaine du 9/2
* revue 2 (R2) semaine du 6/4
* revue 3 (R3) semaine du 2/5
* remise du projet 21/5
* soutenance finale à partir du 2/6



# Condition d’évaluation pour l’épreuve E6 Projet

## Disponibilité des équipements

L’équipement sera-t-il disponible ? Oui ✓ Non 🞏

## 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 ?

* Visualiser en temps réel de l’évolution du taux de remplissage dans un des trois conteneurs.
* Echanges des données chiffrées sur les réseaux
* Possibilité d’ajouter, détruire, modifier un conteneur de la base de données
* Visualiser les statistiques de remplissage par date et par conteneur.

## Avenants :

Date des avenants : Nombre de pages :

# Observation de la commission de Validation

|  |  |
| --- | --- |
| Ce document initial : | 🞏 comprend X 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 / / 20xx* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 utilisé) | 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 : |  |

## 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 : |  | |

## Nom des membres de la commission de validation académique :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nom | Établissement | Académie | Signature |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## 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.* |