07/03/2025

Dossier de projet technique

Météo Concept

# Remerciement

N’Fansoumana KABA Kylliann MONNERAYE Mathias LE MASLE Benoît AUBOUIN Mathurin MAUNY

LYCée bréquigny session 2025

Table des matières

[Remerciement 0](#_Toc192253374)

[I. Introduction 6](#_Toc192253375)

[II. Le projet 7](#_Toc192253376)

[III. Contexte 8](#_Toc192253377)

[IV. Diagrammes CU Exigences 9](#_Toc192253378)

[V. Les étudiants 10](#_Toc192253379)

[1. Répartitions 10](#_Toc192253380)

[2. Les tâches des étudiants 10](#_Toc192253381)

[VI. Le Gantt prévisionnel du projet / groupe 11](#_Toc192253382)

[VII. Etudiant 1 12](#_Toc192253383)

[1. Présentation 12](#_Toc192253384)

[a. Candidat 12](#_Toc192253385)

[b. Introduction 12](#_Toc192253386)

[2. Analyse du projet 12](#_Toc192253387)

[a. Situation dans le projet (diagramme, …) 12](#_Toc192253388)

[b. Cahier des charges. 4 12](#_Toc192253389)

[c. Planification : Le Gantt perso prévisionnel 12](#_Toc192253390)

[3. Recherches Réflexions 12](#_Toc192253391)

[a. Etudes 12](#_Toc192253392)

[b. Choix 12](#_Toc192253393)

[4. Le dossier technique 12](#_Toc192253394)

[a. Réalisation de la fonction 12](#_Toc192253395)

[b. Conception (documents, étude préliminaire) 12](#_Toc192253396)

[c. Diagrammes (activités, déploiement, séquence…) 12](#_Toc192253397)

[d. Schémas choix architecture 12](#_Toc192253398)

[e. Config réseau, installation, services maintenance 12](#_Toc192253399)

[f. Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM 12](#_Toc192253400)

[g. Code source (extrait commenté) 12](#_Toc192253401)

[h. Tests unitaires – recette 12](#_Toc192253402)

[i. Problèmes 12](#_Toc192253403)

[j. Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé 12](#_Toc192253404)

[5. Conclusion personnelle 12](#_Toc192253405)

[IX. Etudiant 2 13](#_Toc192253406)

[1. Présentation 13](#_Toc192253407)

[a. Candidat 13](#_Toc192253408)

[a. Introduction 13](#_Toc192253409)

[2. Analyse du projet 13](#_Toc192253410)

[a. Situation dans le projet (diagramme, …) 13](#_Toc192253411)

[b. Cahier des charges. 4 13](#_Toc192253412)

[c. Planification : Le Gantt perso prévisionnel 13](#_Toc192253413)

[3. Recherches Réflexions 13](#_Toc192253414)

[a. Etudes 13](#_Toc192253415)

[b. Choix 13](#_Toc192253416)

[4. Le dossier technique 13](#_Toc192253417)

[a. Réalisation de la fonction 13](#_Toc192253418)

[b. Conception (documents, étude préliminaire) 13](#_Toc192253419)

[c. Diagrammes (activités, déploiement, séquence…) 13](#_Toc192253420)

[d. Schémas choix architecture 13](#_Toc192253421)

[e. Config réseau, installation, services maintenance 13](#_Toc192253422)

[f. Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM 13](#_Toc192253423)

[g. Code source (extrait commenté) 13](#_Toc192253424)

[h. Tests unitaires – recette 13](#_Toc192253425)

[i. Problèmes 13](#_Toc192253426)

[j. Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé 13](#_Toc192253427)

[5. Conclusion personnelle 13](#_Toc192253428)

[X. Etudiant 3 14](#_Toc192253429)

[1. Présentation 14](#_Toc192253430)

[a. Candidat 14](#_Toc192253431)

[b. Introduction 14](#_Toc192253432)

[2. Analyse du projet 14](#_Toc192253433)

[a. Situation dans le projet (diagramme, …) 14](#_Toc192253434)

[b. Cahier des charges. 4 14](#_Toc192253435)

[c. Planification : Le Gantt perso prévisionnel 14](#_Toc192253436)

[3. Recherches Réflexions 14](#_Toc192253437)

[a. Etudes 14](#_Toc192253438)

[b. Choix 14](#_Toc192253439)

[4. Le dossier technique 14](#_Toc192253440)

[a. Réalisation de la fonction 14](#_Toc192253441)

[b. Conception (documents, étude préliminaire) 14](#_Toc192253442)

[c. Diagrammes (activités, déploiement, séquence…) 14](#_Toc192253443)

[d. Schémas choix architecture 14](#_Toc192253444)

[e. Config réseau, installation, services maintenance 14](#_Toc192253445)

[f. Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM 14](#_Toc192253446)

[g. Code source (extrait commenté) 14](#_Toc192253447)

[h. Tests unitaires – recette 14](#_Toc192253448)

[i. Problèmes 14](#_Toc192253449)

[j. Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé 14](#_Toc192253450)

[5. Conclusion personnelle 14](#_Toc192253451)

[XI. Etudiant 4 15](#_Toc192253452)

[1. Présentation 15](#_Toc192253453)

[a. Candidat 15](#_Toc192253454)

[b. Introduction 15](#_Toc192253455)

[2. Analyse du projet 15](#_Toc192253456)

[a. Situation dans le projet (diagramme, …) 15](#_Toc192253457)

[b. Cahier des charges. 4 15](#_Toc192253458)

[c. Planification : Le Gantt perso prévisionnel 15](#_Toc192253459)

[3. Recherches Réflexions 15](#_Toc192253460)

[a. Etudes 15](#_Toc192253461)

[b. Choix 15](#_Toc192253462)

[4. Le dossier technique 15](#_Toc192253463)

[a. Réalisation de la fonction 15](#_Toc192253464)

[b. Conception (documents, étude préliminaire) 15](#_Toc192253465)

[c. Diagrammes (activités, déploiement, séquence…) 15](#_Toc192253466)

[d. Schémas choix architecture 15](#_Toc192253467)

[e. Config réseau, installation, services maintenance 15](#_Toc192253468)

[f. Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM 15](#_Toc192253469)

[g. Code source (extrait commenté) 15](#_Toc192253470)

[h. Tests unitaires – recette 15](#_Toc192253471)

[i. Problèmes 15](#_Toc192253472)

[j. Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé 15](#_Toc192253473)

[5. Conclusion personnelle 15](#_Toc192253474)

[XII. Etudiant 5 16](#_Toc192253475)

[1. Présentation 16](#_Toc192253476)

[a. Candidat 16](#_Toc192253477)

[b. Introduction 16](#_Toc192253478)

[2. Analyse du projet 16](#_Toc192253479)

[a. Situation dans le projet (diagramme, …) 16](#_Toc192253480)

[b. Cahier des charges. 4 16](#_Toc192253481)

[c. Planification : Le Gantt perso prévisionnel 16](#_Toc192253482)

[3. Recherches Réflexions 16](#_Toc192253483)

[a. Etudes 16](#_Toc192253484)

[b. Choix 16](#_Toc192253485)

[4. Le dossier technique 16](#_Toc192253486)

[5. Réalisation de la fonction 16](#_Toc192253487)

[c. Conception (documents, étude préliminaire) 16](#_Toc192253488)

[d. Diagrammes (activités, déploiement, séquence…) 16](#_Toc192253489)

[e. Schémas choix architecture 16](#_Toc192253490)

[f. Config réseau, installation, services maintenance 16](#_Toc192253491)

[g. Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM 16](#_Toc192253492)

[h. Code source (extrait commenté) 16](#_Toc192253493)

[i. Tests unitaires – recette 16](#_Toc192253494)

[j. Problèmes 16](#_Toc192253495)

[k. Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé 16](#_Toc192253496)

[6. Conclusion personnelle 16](#_Toc192253497)

[XIII. Gantt réalisé groupe 17](#_Toc192253498)

[XIV. Recette globale par étudiant 18](#_Toc192253499)

[XV. Conclusion commune 19](#_Toc192253500)

[Annexes 20](#_Toc192253501)

# 

# Introduction

# Le projet

# Contexte

# Diagrammes CU Exigences

# Les étudiants

# Le Gantt prévisionnel du projet / groupe

# Etudiant 1

## Présentation

### Candidat

### Introduction

## Analyse du projet

### Situation dans le projet (diagramme, …)

### Cahier des charges

### Planification : Le Gantt perso prévisionnel

## Recherches Réflexions

### Etudes

### Choix

## Le dossier technique

### Réalisation de la fonction

### Conception (documents, étude préliminaire)

### Diagrammes (activités, déploiement, séquence…)

### Schémas choix architecture

### Config réseau, installation, services maintenance

### Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM

### Code source (extrait commenté)

### Tests unitaires – recette

### Problèmes

### Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé

## Conclusion personnelle

# Etudiant 2

## Présentation

### Candidat

### Introduction

## Analyse du projet

### Situation dans le projet (diagramme, …)

### Cahier des charges

### Planification : Le Gantt perso prévisionnel

## Recherches Réflexions

### Etudes

### Choix

## Le dossier technique

### Réalisation de la fonction

### Conception (documents, étude préliminaire)

### Diagrammes (activités, déploiement, séquence…)

### Schémas choix architecture

### Config réseau, installation, services maintenance

### Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM

### Code source (extrait commenté)

### Tests unitaires – recette

### Problèmes

### Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé

## Conclusion personnelle

# Etudiant 3

## Présentation

### Candidat

Je m’appel Mathias LE MASLE, je suis en 2ème année de BTS CIEL IR.

### Introduction

Je dois concevoir et mettre en œuvre une base de données MariaDB, permettant d’archiver les mesures des capteurs et les paramètres nécessaires au fonctionnement du système complet.  
Je dois également concevoir et mettre en œuvre le serveur applicatif avec un script écrit en PHP, recevant les données (protocole MQTT) provenant de la passerelle LAIRD et les enregistrant dans la base de données.  
Ainsi que générer un mail d’alerte à destination de l’administrateur en cas de dépassement d’une valeur de mesure fournie par un capteur. Les seuils seront modifiables et enregistrés aussi dans la base de données.

## Analyse du projet

### Situation dans le projet (diagramme, …)

### Cahier des charges

### Planification : Le Gantt perso prévisionnel

## Recherches et réflexions

**Choix du Système d'Exploitation**

L'utilisation de **Linux** m’a été imposée dans le cadre du projet, cependant, j’ai eu la liberté de choisir la distribution. Linux est un système d’exploitation **open-source**, ce qui signifie que son code source est accessible et modifiable par tous. Cela offre plusieurs avantages, notamment une **transparence accrue**, une **personnalisation avancée** et une **sécurité renforcée**, car la communauté peut identifier et corriger rapidement d’éventuelles failles.

Après avoir comparé plusieurs options et en accord avec Kylliann, notre choix s’est porté sur **Debian 12**. Debian est reconnue pour sa **stabilité**, un critère essentiel dans un environnement serveur. Contrairement à des distributions comme **Ubuntu**, qui publient fréquemment des mises à jour parfois instables, Debian privilégie une approche plus conservatrice avec des versions longuement testées. Cela réduit les risques de bugs et garantit une compatibilité optimale avec les logiciels du projet. De plus, ayant déjà utilisé Debian en **travaux pratiques**, je suis à l’aise avec son fonctionnement, ce qui facilite son déploiement et son administration. Enfin, Debian bénéficie d’une **grande communauté active**, fournissant un support et une documentation abondants, ce qui est un avantage considérable.

**Protocole de Communication MQTT**

L’utilisation du protocole **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)** nous a été imposée, avec Kylliann, pour la communication entre les composants du projet. MQTT est un protocole léger particulièrement adapté aux réseaux ayant des **contraintes de bande passante** ou une **connectivité instable**.

Son fonctionnement repose sur un modèle **publish-subscribe**, qui permet aux **éditeurs (publishers)** d’envoyer des messages au **broker**, lequel les transmet ensuite aux **abonnés (subscribers)** concernés. Ce modèle est plus efficace que les architectures client-serveur traditionnelles, car il réduit la consommation de ressources et optimise la transmission des données en ne communiquant qu’en cas de besoin.

*D’autres protocoles comme* ***HTTP*** *ou* ***WebSockets*** *auraient pu être envisagés, mais MQTT a été choisi car il est* ***moins gourmand en ressources*** *et plus adapté aux échanges de données en temps réel.*

Concernant le choix du **broker MQTT**, c’est Kylliann qui s’en occupe mais Mosquitto est intégré à son serveur Chipstark.

Pour l’intégration côté client en **PHP**, la bibliothèque **Mosquitto-PHP** a été choisie, car elle propose des fonctionnalités avancées telles que la gestion de la **qualité de service (QoS)** (qui est cependant par nécessaire ici) et des options de **sécurité**, contrairement à phpMQTT par exemple.

**Serveur Web**

L’utilisation d’**Apache** comme serveur web m’a été imposée dans le cadre du projet. Apache est l’un des serveurs les plus populaires et largement adoptés, principalement en raison de sa **compatibilité avec de nombreux langages** comme PHP, Python et Java.

Son fonctionnement repose sur un modèle **client-serveur** classique : lorsqu’un utilisateur demande une page web, le navigateur envoie une requête HTTP au serveur Apache, qui traite cette demande et retourne les fichiers nécessaires (HTML, CSS, images…).

J’ai comparé Apache à **Nginx**, qui est souvent privilégié pour les sites à fort trafic en raison de sa capacité à mieux gérer les connexions simultanées. Toutefois, Apache est plus simple à configurer et largement suffisant pour ce projet.

**Intégration des Données dans la Base de Données**

L’intégration des données en base sera assurée par un **script PHP**. J’ai choisi ce langage car j’ai déjà eu l’occasion de l’utiliser en **travaux pratiques**, ce qui me permet d’être plus efficace. De plus, PHP est **compatible avec Linux et MQTT**. PHP sera aussi utilisé par Benoit et Mathurin pour leur application WEB, cela évite d’avoir à gérer plusieurs environnements de développement.

Concernant l’exécution automatique du script, j’ai comparé **Systemd** et **Supervisor**. Systemd s’est imposé car il est **nativement intégré à Debian 12** et ne nécessite pas d’installation supplémentaire, contrairement à Supervisor, qui propose néanmoins une interface web mais est plus lourd.

**Génération d'alertes par mail**

L’envoi d’alertes par mail sera géré par **Postfix**, un serveur SMTP largement utilisé. Ce choix s’explique par plusieurs raisons :

* **Sécurité renforcée** : Postfix est mieux maintenu et moins vulnérable que Sendmail qui est plus ancien.
* **Performance améliorée** : Il est plus rapide et plus léger que d’autres solutions.

Pour l’intégration avec PHP, deux options sont possibles :

1. **Utilisation de phpMailer**, qui offre une gestion avancée des envois.
2. **Utilisation de la fonction mail() de PHP**, qui est plus simple mais moins performante.

L’envoi d’un mail sera déclenché dès qu’une valeur capteur dépasse un seuil défini. Pour cela, le script effectuera une **comparaison avec les valeurs des seuils stockées en base de données**.

**Virtualisation des Serveurs**

La virtualisation permet **d’optimiser l’utilisation des ressources**, d’améliorer la **sécurité** et de **simplifier la maintenance**. Dans ce cadre, j’ai opté pour **Proxmox**, un hyperviseur **bare metal** de type 1.

Contrairement aux hyperviseurs de type 2, qui fonctionnent au-dessus d’un système d’exploitation, un hyperviseur de type 1 est installé directement sur le matériel, ce qui améliore les performances et réduit la latence. J’ai également étudié **VMware ESXi**, qui est une alternative robuste, mais il s’agit d’une solution **payante**, ce qui n’était pas envisageable pour ce projet.

**Configuration matérielle prévue :**

* **6 Go de RAM minimum** (2 Go pour chaque VM : Apache/PHP/MQTT et MariaDB).
* **2 cœurs de processeur**.
* **50 Go de stockage**.

**Choix du Serveur**

Pour héberger cette infrastructure, après demande auprès de mon professeur M. QUERE, j’ai obtenu le **serveur Dell EMC PowerEdge T40**. Ce choix repose sur plusieurs critères :

* **Performance adéquate** : Il est équipé de 16 Go de RAM et d’un disque dur de 500 Go, suffisants pour mes besoins.
* **Fiabilité** : Conçu pour une utilisation serveur, il assure une stabilité accrue.
* **Compatibilité avec Proxmox** : Le PowerEdge T40 est équipé d’un processeur prenant en charge **Intel VT-x/VT-d** (virtualisation matérielle), indispensable pour permettre à Proxmox de gérer efficacement les machines virtuelles et d'assurer un meilleur isolement des environnements.

**Sécurité de l’Infrastructure**

La sécurité est un enjeu clé du projet. Plusieurs aspects doivent être pris en compte, notamment :

* **Sécurisation des communications MQTT**, en utilisant un chiffrement TLS pour éviter l’interception des messages.
* **Gestion des accès SSH et Apache**, en restreignant les connexions aux seules adresses IP autorisées.
* **Mises à jour régulières**, afin de corriger les éventuelles vulnérabilités du système et des logiciels utilisés.

Je vais approfondir ces points afin de garantir une **infrastructure fiable et sécurisée**.

Cette partie synthétise mes recherches et justifie mes choix techniques. Il me servira de guide pour la mise en œuvre de mon projet BTS.

## Le dossier technique

### Réalisation de la fonction

### Conception (documents, étude préliminaire)

### Diagrammes (activités, déploiement, séquence…)

### Schémas choix architecture

### Config réseau, installation, services maintenance

### Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM

### Code source (extrait commenté)

### Tests unitaires – recette

### Problèmes

### Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé

## Conclusion personnelle

# Etudiant 4

## Présentation

### Candidat

### Introduction

## Analyse du projet

### Situation dans le projet (diagramme, …)

### Cahier des charges

### Planification : Le Gantt perso prévisionnel

## Recherches Réflexions

### Etudes

### Choix

## Le dossier technique

### Réalisation de la fonction

### Conception (documents, étude préliminaire)

### Diagrammes (activités, déploiement, séquence…)

### Schémas choix architecture

### Config réseau, installation, services maintenance

### Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM

### Code source (extrait commenté)

### Tests unitaires – recette

### Problèmes

### Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé

## Conclusion personnelle

# Etudiant 5

## Présentation

### Candidat

### Introduction

## Analyse du projet

### Situation dans le projet (diagramme, …)

### Cahier des charges

### Planification : Le Gantt perso prévisionnel

## Recherches Réflexions

### Etudes

### Choix

## Le dossier technique

## Réalisation de la fonction

### Conception (documents, étude préliminaire)

### Diagrammes (activités, déploiement, séquence…)

### Schémas choix architecture

### Config réseau, installation, services maintenance

### Diagrammes de classe, séquence états, données, IHM

### Code source (extrait commenté)

### Tests unitaires – recette

### Problèmes

### Bilan de la réalisation – parties restantes – Gantt réalisé

## Conclusion personnelle

# Gantt réalisé groupe

# Recette globale par étudiant

# Conclusion commune

# 

# Annexes