

RAPPORT DE STAGE

LICENCE 3 INFORMATIQUE IFA

CASSET Louis

Date :
27/04/22 – 24/06/22

Tuteur de stage : Monsieur BALLET Pascal
Enseignant Référent : Monsieur LALLALI Mounir
Binôme : BAYOUNDOULA Gloire

Établissement : Université De Bretagne Occidentale
Entreprise : Département Informatique UBO

REMERCIEMENTS :

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur Lallali et Monsieur Ballet, sans qui, je n'aurais pas réussi à retrouver un deuxième stage. Je les remercie également de m'avoir trouvé un stage aussi intéressant et riche en expérience. Je souhaite aussi noter leur dévouement quant aux questions et à l'aide dont j'ai eu besoin tout au long de ce stage.

Je tiens également à remercier Madame Marc pour les questions auxquelles elle a répondu durant son temps libre.

Je remercie également tous les enseignants et tout le personnel pour l'aide et le savoir apporté au cours de ces trois années de licence.

Table des matières

Introduction.....	1
I. Présentation générale.....	2
1. Présentation de l'organisme d'accueil.....	2
2. Contexte du stage.....	3
3. Objectifs.....	4
4. Organisation du travail.....	5
5. Présentation du travail.....	6
II. CONCEPTION ET ANALYSE.....	8
1. Cahier des charges.....	8
2. Architecture du projet.....	9
3. Modèle de données.....	11
III. Développement.....	14
1. Choix technologiques.....	14
2. Scénario et présentation d'un cas précis.....	16
2.1 Scénario.....	16
2.2 Présentation d'un cas précis.....	17
3. Axes d'améliorations.....	21
IV. Bilan du stage.....	22
1. Difficultés rencontrées.....	22
2. Apports du stage.....	23
V. Conclusion.....	24

Table des figures

Table des figures

Figure 1: Plaque d'essai.....	6
Figure 2: Carte ESP32.....	6
Figure 3: Capteur de CO2.....	7
Figure 4: Fils Dupont.....	7
Figure 5: LED.....	7
Figure 6: Resistances.....	7
Figure 7: Schéma de l'architecture du projet.....	9
Figure 8: Modélisation de la table.....	11
Figure 9: Exemple courbe 1.....	12
Figure 10: Exemple courbe 2.....	12
Figure 11: Courbe finale de l'interface Web.....	13
Figure 12: Scénario.....	16
Figure 13: Firebase Relatime Database.....	19
Figure 14: Affichage dynamique T:0s.....	20
Figure 15: Affichage dynamique T:10s.....	20

Introduction

Nous avons réalisé un projet dans le cadre d'un stage afin de valider notre troisième année de licence informatique. Ce stage s'est déroulé dans le département informatique de l'UBO sous la tutelle de Monsieur Pascal BALLET qui nous a beaucoup apporté ainsi que Monsieur Mounir LALLALI en tant que professeur référant qui, comme Monsieur BALLET, nous a été très précieux au niveau des conseils. Ce stage consistait à développer une interface Web de monitoring de capteur de CO₂. Nous allons tout d'abord voir la présentation générale du stage.

I. Présentation générale

1. Présentation de l'organisme d'accueil

Pour commencer, je vais vous présenter l'organisme dans lequel j'ai été accueilli en stage. Ce stage, qui s'effectuait sur une période de 2 mois, a été réalisé dans l'organisme du département informatique de l'Université de Bretagne Occidentale.

Tout d'abord, qu'est ce que l'UBO ?
Créée en janvier 1971 l'UBO est une université française située dans le Finistère dans la région Bretagne. Actuellement présidée par Monsieur GALLOU Matthieu, elle compte près de 23.000 inscrits. Monsieur GALLOU est suppléé par Madame BONIN Brigitte qui est Direction Générale des Services.

Dans le cadre de mon stage, j'ai été accueilli au département informatique. Ce dernier a aussi un organigramme, bien que difficile à connaître nous savons que ce département est présidé par Madame DUVAL Laurence qui est suppléée par Monsieur KERBOEUF Mickaël.

Dans ce stage, j'ai été pris en charge par Monsieur BALLET Pascal, qui est enseignant-chercheur au département informatique ainsi que par Monsieur LALLALI Mounir, qui est en charge des troisième année de la licence informatique.

C'est donc par Monsieur BALLET Pascal qu'on a reçu les consignes du stage. Nous étions deux à devoir travailler en collaboration sur ce sujet.

2. Contexte du stage

En effet, après accueil dans le département informatique nous avons été placés dans une des salles du bâtiment, c'est ici que Monsieur BALLET nous a rejoint afin de nous expliquer le but du stage.

Tout d'abord, il nous a expliqué qu'il avait obtenu une subvention du département informatique afin de développer une interface de monitoring pour des capteurs de CO₂. Il nous a ensuite expliqué que nous allons devoir créer un montage électronique afin de brancher les capteurs dans chaque salle du bâtiment Micro afin de pouvoir récolter la concentration en CO₂ dans chacune de ces dernières.

Ensuite, nous lui avons demandé le but du stage. Pour Monsieur BALLET, ce stage avait deux buts, le premier était sur l'aspect de la santé, en effet, en ces périodes de crise, pouvoir contrôler l'air d'une salle est très important. En effet, grâce aux capteurs disposés dans chaque salle, nous pouvons facilement savoir si l'air ambiant est pur ou impur.

Le deuxième but de ce stage est un but pédagogique. Effectivement après avoir réaliser toutes les tâches demandées, notre sujet de stage pourra faire office d'une activité à réaliser soit en projet, soit en TP.

Pour finir avec le contexte du stage, nous savions que travailler à deux allait impliquer de la coopération et de la répartition de tâches.

3. Objectifs

Nous sommes donc partis d'un capteur de CO₂ que nous avons inclus dans un montage.

Tout en passant par des logiciels et une base de donnée Firebase nous sommes arrivés au but final : une interface Web avec un affichage dynamique des 12 courbes des salles du bâtiment informatique.

4. Organisation du travail

En effet, comme dit précédemment un stage en binôme est bien différent d'un stage à réaliser seul.

Tout d'abord nous allons revenir sur les bases du stage, ce dernier s'effectue sur huit semaines du 27/04/22 au 24/06/22 avec trente-cinq heures par semaine.

Quant au travail en binôme nous avons directement convenu de se séparer les tâches qui nous paraissaient simples et de s'unir sur les tâches plus complexes afin de les réussir plus aisément et plus rapidement.

Pour nous aider à réaliser notre stage dans les meilleures conditions, Monsieur BALLET venait nous voir avec de faire le point avec nous trois fois par semaine. Ce petit rendez-vous nous permettait de lui montrer notre avancement, de prendre en compte ses compliments ainsi que les critiques et parfois même de lui proposer une option supplémentaire. Nous avons réalisé tout ce travail dans une salle du bâtiment informatique sur les machines de cette dernière.

5. Présentation du travail

Afin de finir cette courte introduction, je vais maintenant vous présenter le matériel qui était à notre disposition et ce qui avait déjà été fait.

En effet, avant de nous donner le matériel, Monsieur BALLET avait déjà réalisé quelques branchements sur le montage électronique, il s'agissait du branchement du capteur CO2 vers la carte ESP32.

Je vais donc vous présenter de quoi il s'agit.

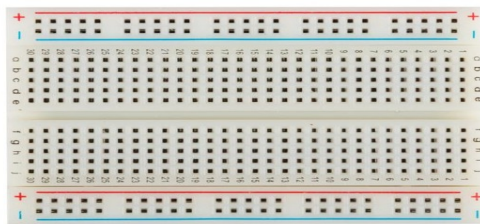


Figure 1: Plaque d'essai

Ici, nous avons une plaque d'essai qui va nous servir à brancher l'ESP32, les LED, les résistances et les câbles dessus.

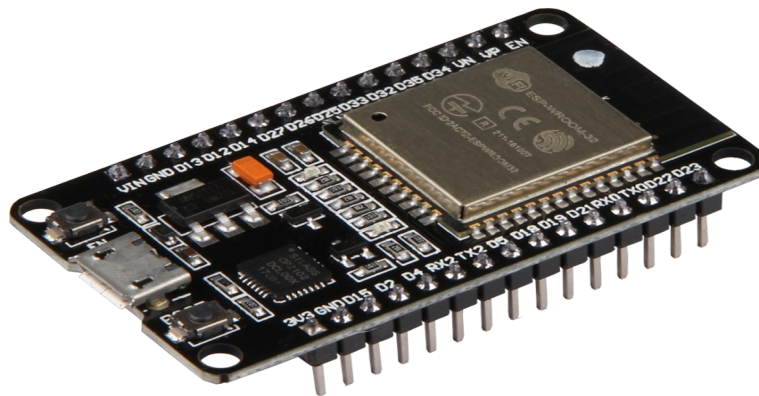


Figure 2: Carte ESP32

Voici l'ESP32, cité précédemment, c'est lui qui va envoyer les informations du capteur au PC et qui va gérer l'allumage des LED.



Figure 3: Capteur de CO2

Cette image est l'image de notre capteur de CO2, la pièce maîtresse de notre stage, il sert à capter le CO2 grâce à un système infrarouge, en effet le CO2 est absorbé (de manière passive) dans le filtre et il y a un laser qui est plus ou moins absorbé ce qui nous renvoi un voltage vers une des sorties de la carte ESP32.



Figure 4: Fils Dupont

Voici des câbles, tout ce qu'il y a de plus basique, qui vont nous servir à brancher l'ESP32 au capteur ainsi que les LED à l'ESP32



Figure 5: LED

Ici nous avons des LED.



Figure 6: Resistances

Pour finir, voici des résistances qui vont permettre le branchement des LED.

II. CONCEPTION ET ANALYSE

1. *Cahier des charges*

Cette partie va expliquer comment, après avoir reçu les consignes et le cahier des charges, nous avons analysé et conçu la suite du projet. Pour ce faire je vais tout d'abord développer le cahier des charges afin d'expliquer les spécificités qui nous ont été demandées.

Tout d'abord, le but principal était de créer une interface web permettant l'affichage des courbes du taux de concentration de CO₂ sur les vingt-quatre dernières heures des 12 salles.

En plus de ce but principal, plusieurs fonctionnalités nous ont été demandées, nous avons dû faire un montage permettant un affichage visuel et intuitif avec trois LED de couleurs (Vert,Jaune,Rouge) chacune correspondant à un intervalle et à un message.

La LED verte décrit le fait que le taux est bon (entre 0 et 600 particules par millions).

La LED jaune décrit le fait que le taux est moyen et qu'il faut commencer à aérer la salle (entre 600 et 800 PPM).

Quant à la LED rouge elle décrit le fait que le taux est très mauvais et qu'il faut absolument aérer la salle (au dessus de 800PPM).

Par la suite, sur l'interface Web, nous avons dû créer plusieurs fonctionnalités, la première était de coder un affichage de courbe une par une, c'est-à-dire qu'on avait un bouton pour chaque courbe et qu'il faut sélectionner les courbes qu'on veut afficher et/ou comparer. La deuxième était un affichage en mosaïque, ceci consistait à afficher toutes les courbes en format de grille 3x4, quatre lignes de trois courbes. La dernière fonctionnalité quant à elle fait partie du but principal, c'est un affichage dynamique, c'est-à-dire que six courbes s'affichent et au bout de dix secondes, les six autres s'affichent à la place des précédentes. Cette dernière fonctionnalité sera celle affichée sur l'écran disposé en salle Libre Service.

Afin de réaliser toutes ces fonctionnalités, nous avons établi une architecture bien précise.

2. Architecture du projet

En effet, l'architecture d'un projet est une pièce maîtresse afin que le projet et le stage se déroulent dans les meilleures conditions.

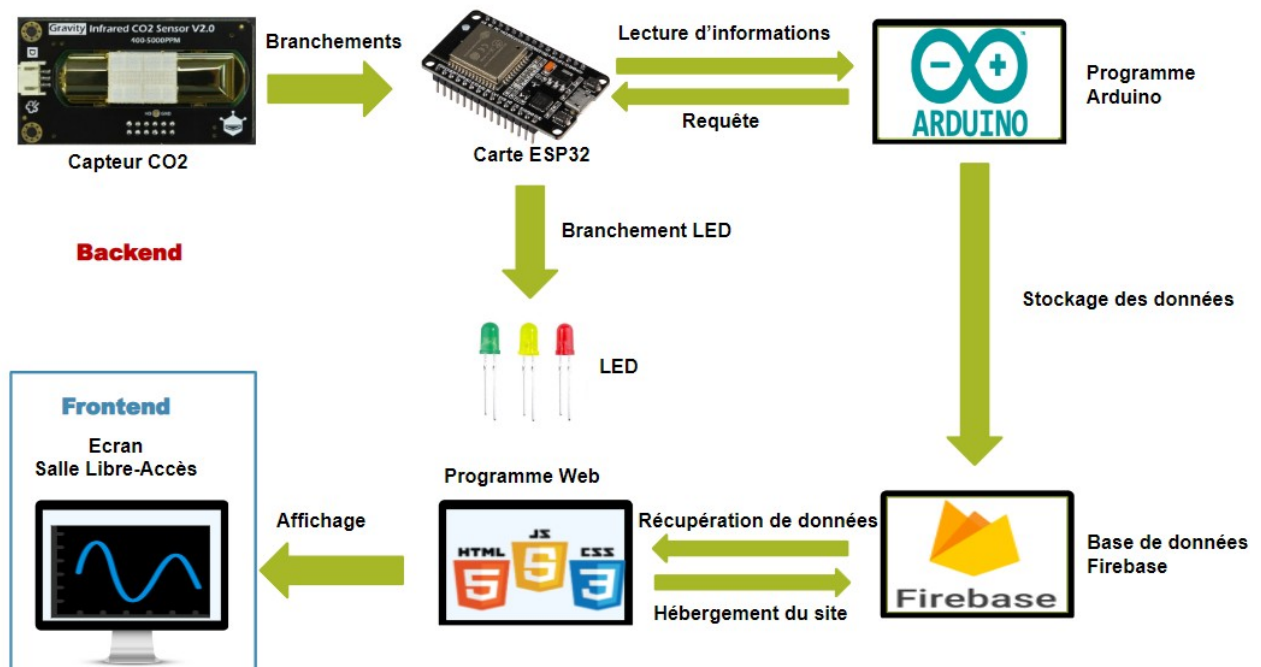


Figure 7: Schéma de l'architecture du projet

Ce schéma que nous avons réalisé illustre parfaitement le cheminement du projet.

Pour commencer nous sommes partis du capteur de CO2 qui, par des branchements, est relié à la carte ESP32. Ce dernier va donc pouvoir envoyer les données de ses captures à l'ESP32.

L'ESP32, lui, est branché à un PC, sur ce PC va se trouver le programme Arduino qui va extraire les données des capteurs branchés en sortie de la carte ESP32. Ce dernier va également pouvoir envoyer une requête à la carte afin qu'elle allume ou non les LED selon le taux de CO2 qui est récupéré.

Ce même programme Arduino, grâce à une connexion Wifi va pouvoir envoyer toutes les données à une base de donnée. Ici il s'agit de l'outil de Google, Firebase, en effet grâce à une connexion sur le code Arduino le programme va envoyer dans des chemins définis, les données voulues, ici ce sera le taux, l'heure, le jour ainsi que le mois.

Par la suite, dans notre code HTML/CSS/JS nous allons, via des identifiants, une clé et un URL, effectuer une connexion entre le code et la base de données, cette connexion va nous permettre de récupérer les données stockées dans la Database afin de les afficher sur l'interface Web.

Cette même interface Web sera stockée sur l'outil Storage de Firebase, grâce à cela et un URL, tout le monde peut consulter l'interface Web en ligne. Les images et le CSS sont également à mettre dans Storage, il faut donc changer le chemin d'accès dans le code.

C'est donc grâce à tout ceci que nous allons pouvoir récupérer l'affichage dynamique de notre interface Web afin de l'afficher sur l'écran prévu à cet effet situé dans la salle Libre Accès.

L'architecture d'un projet n'est pas la seule chose importante dans la conception d'un projet, en effet la modélisation des données l'est tout autant, nous allons donc désormais voir comment elle se déroule.

3. Modèle de données

BASE																															
SALLE 1.1-A								...								SALLE 2.6															
MESURE 0				...				MESURE 23												MESURE 0				...				MESURE 23			
T	H	J	M					T	H	J	M									T	H	J	M					T	H	J	M

T = Moyenne horaire de la concentration de CO2

H = Heure de la mesure (0 – 23)

J = Jour de la mesure (1 – 31)

M = Mois de la mesure (1 – 12)

Figure 8: Modélisation de la table

Maintenant, nous allons voir qu'est ce qui est présent dans notre base de données et comment est-ce construit.

Tout d'abord, il s'agit d'une base NoSql contrairement à ce qu'on a pu voir durant notre cursus de deuxième et troisième année de licence informatique, ce n'est pas la même construction.

Ici il s'agit d'une construction en arborescence avec des clés contenant des valeurs. Notre première clé est la clé de Base qui elle-même contient douze clés, celles-ci représentent les salles du bâtiment informatique, allant de la salle 1.1-A jusqu'à la salle 2.6.

Ces dernières sont également des clés qui contiennent 23 valeurs chacune, ces valeurs sont des mesures allant de mesure 0 à mesure 23.

Pour finir ces mesures sont également des clés contenant quatre valeurs chacune, T qui représente le taux de CO₂, H représentant l'heure, J représentant le jour ainsi que M représentant le moi.

Pour l'interface Web, nous nous sommes inspirés des courbes déjà existantes sur internet, nous avons donc fait des recherches et trouvé ces deux courbes :

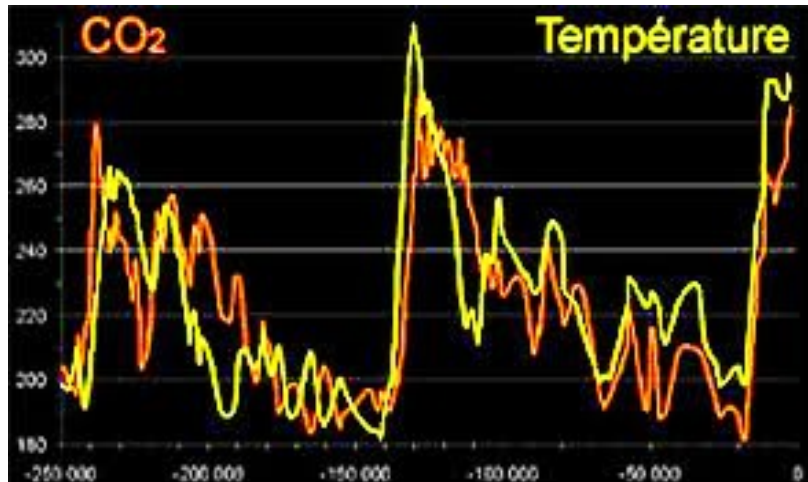


Figure 9: Exemple courbe 1

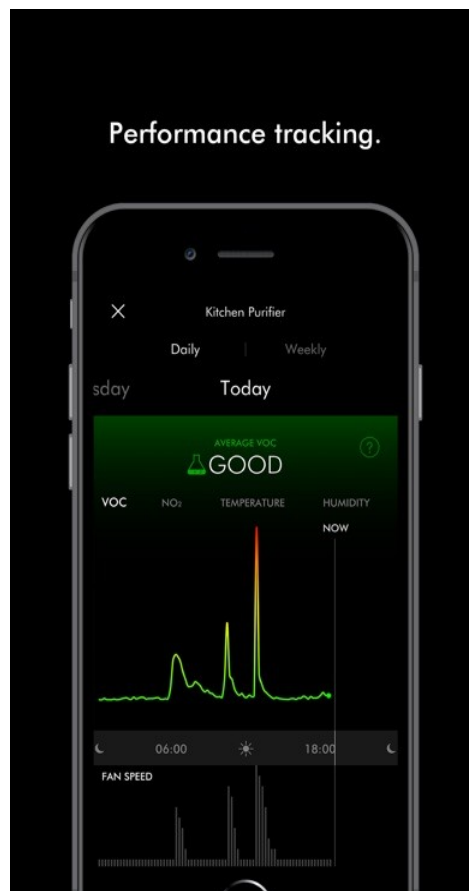


Figure 10: Exemple courbe 2

Cependant, malgré de nombreux points positifs, nous avons conclu que chacune des deux courbes avaient des défauts.

En effet, la première courbe est bien légendée, avec des valeurs en abscisses et en ordonnées, cependant elle n'est pas très esthétique.

La deuxième, quant à elle, c'est l'inverse, en effet elle est très ergonomique et lisible, cependant elle est très mal légendée avec seulement 5 valeurs en abscisses et aucune en ordonnées.

Nous avons donc essayé de réunir les qualités de chacune pour créer notre modèle de courbe avec quelque chose d'esthétique, de lisible et de bien légendé, tout cela nous a donné le modèle de courbe suivant.



Figure 11: Courbe finale de l'interface Web

Comme cité précédemment, ici nous pouvons bien lire les données que ce soit en abscisse ou en ordonnée et cela reste pourtant très lisible et ergonomique.

Nous allons donc maintenant voir le développement du projet en commençant par la justification de nos choix technologiques.

III. Développement

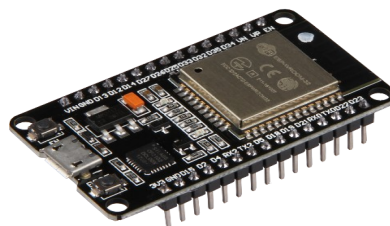
1. Choix technologiques

Dans cette nouvelle partie du développement nous allons voir un cas précis de notre interface Web afin d'expliquer le fonctionnement mais aussi les améliorations possibles.

Cependant, dans une première partie nous allons tout d'abord expliquer nos choix technologiques.



Pour commencer, le capteur Gravity Infrared CO2 Sensor V2.0 est très intéressant dû à sa façon de fonctionner. Il absorbe passivement l'air ambiant, contenant donc du CO₂, et grâce à un laser infrarouge il va détecter le taux de CO₂ qui est absorbé par le filtre.



Secondement, pourquoi avons-nous choisi la carte ESP32 au dépend d'une autre carte Arduino, la raison principale est que la carte ESP32 est compatible au Wifi ce qui, dans notre cas, est beaucoup plus pratique pour le transfert de données.



Ensuite, vient le choix du logiciel Arduino IDE et du langage Arduino. Ce choix bien que classique est le meilleur car c'est le langage qui propose le plus de fonctionnalités avec un montage électronique et il est simple à utiliser ainsi qu'intuitif.



Le choix de la Firebase quant à lui est un choix peu commun, en effet c'est une base NoSql qui contient beaucoup de fonctionnalités payantes ce qui, dans notre stage, n'est pas un problème. Dans notre cas, nous utilisons Firebase car il peut stocker notre interface Web ce qui nous permet de ne pas gérer le serveur ainsi que la sécurité, Firebase étant un outil Google.



Dernièrement, le choix de nos langages pour l'interface HTML était obligé, en effet le langage HTML et CSS sont essentiels, nous avons décidé de rajouter le langage JavaScript afin de pouvoir lier notre base de données Firebase avec notre interface Web.

2. Scénario et présentation d'un cas précis

2.1 Scénario

Nous allons commencer cette partie par le scénario du cas que nous avons choisi.

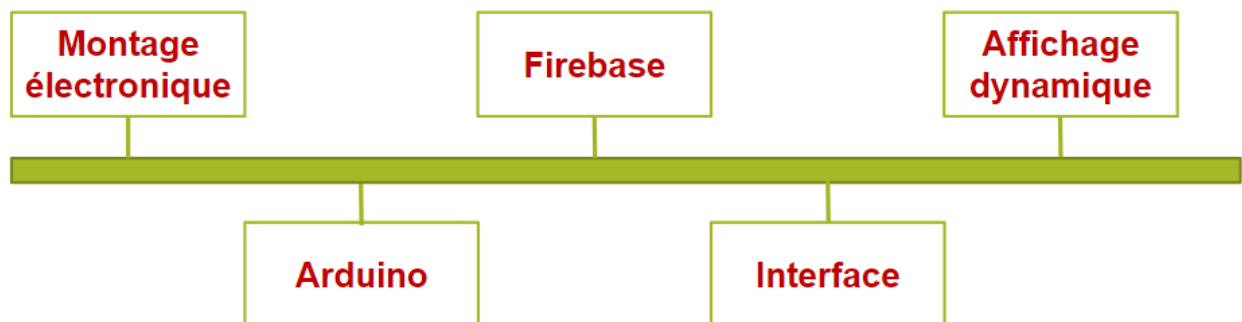


Figure 12: Scénario

Dans un premier temps nous allons voir le montage électronique, comment nous avons branché notre capteur ainsi que les LED

Ensuite nous verrons les fonctions principales du code Arduino ainsi que la Firebase.

Pour finir, nous verrons l'interface Web avec un affichage dynamique.

2.2 Présentation d'un cas précis

Dans la deuxième étape nous allons donc développer le scénario qui a été cité précédemment, pour ce faire nous allons procéder par étape.

Étape 1 : le montage électronique.

Démarrant avec quasiment aucune connaissances en électronique nous avons fait beaucoup de recherches afin d'effectuer le bon branchement, après avoir connecté le capteur CO2 aux ports Vin, D35 et GND nous avons remarqué que nous allions avoir besoin de plus de ports GND, c'est ici qu'intervient la masse commune. La masse commune est simple à faire, nous prenons un fil dupont que nous relierons à la sortie GND jusqu'à une borne négative, cette borne devient alors la masse commune.

Les branchements des LED étaient simple, nous branchons une LED sur la plaque à essai, une résistance côté patte longue avec un fil dupont de l'autre côté de la résistance, celui-ci sera lié à une sortie D. De l'autre côté de la LED, c'est à dire côté patte courte, nous branchons un autre fil dupont qui lui est branché à la masse commune.

Étape 2 : Le programme Arduino.

Dans cette étape nous allons seulement voir les fonctions principales de notre programme Arduino, il y aura la connexion WIFI, la connexion à la Firebase ainsi que l'envoi des données vers cette dernière.

Il faut tout d'abord renseigner les identifiants de la WIFI.

```
// Wifi infos
const char* ssid = "IdentifiantWifi";
const char* password = "MotDePasse";
```

Ensuite grâce à la fonction `Wifi.begin` la connexion s'effectue.

```
//Connexion Wifi
WiFi.mode(WIFI_STA); //Optional
WiFi.begin(ssid, password);
Serial.println("\nConnecting");

while(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
    Serial.print(".");
    delay(100);
}

Serial.println("\nConnexion au wifi réussie !");
Serial.print("Local ESP32 IP: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
```

Il en est de même pour la connexion Firebase :

```
//Infos Firebase
#define API_KEY "CléAPI"
#define USER_EMAIL "MailPropriétaire"
#define USER_PASSWORD "MDPPropriétaire"
#define DATABASE_URL "URLBase"
```

Nous renseignons les informations de la base puis nous faisons `Firebase.begin`.

```
Firebase.begin(&config, &auth);
```

Pour finir, récupérer les informations se fait simplement via un chemin concaténé et quelques vérifications.

```
/*-----*/
// Concaténation du chemin et du numéro
if (asprintf(&num, "%d", count) == -1) {
    perror("asprintf");
} else {
    //Changer le nom de la salle ici si ce n'est pas la salle correspondante.
    if (count < 10){
        strcat(strcpy(buffer, "salle 11A/mesure 0"), num);
    }
    else{
        strcat(strcpy(buffer, "salle 11A/mesure "), num);
    }
    printf("%s\n", buffer);
    free(num);
    strcat(strcpy(buffer, buffer), "/taux_co2_moyen");
}

//Taux moyen => Transfert dans la base
if (Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, buffer, compteur)){
    Serial.println("PASSED");
    Serial.println("PATH: " + fbdo.dataPath());
    Serial.println("TYPE: " + fbdo.dataType());
}
else {
    Serial.println("FAILED");
    Serial.println("REASON: " + fbdo.errorReason());
}
```

Étape 3 : Firebase.

La partie Firebase est juste une courte présentation de où sont stockés les données ainsi que l'index HTML



Figure 13: Firebase Relatime Database

Les données sont stockées dans Realtime Database, quant à l'index il est stocké dans le storage.

Étape 4 :

Pour la dernière étape, dans l'index.html nous connectons la Firebase afin d'avoir l'affichage suivant :

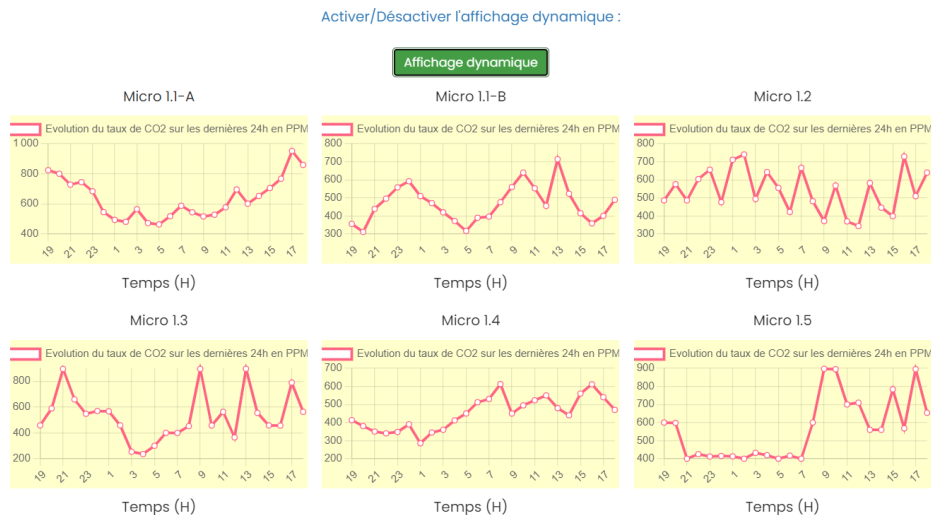


Figure 14: Affichage dynamique T:0s

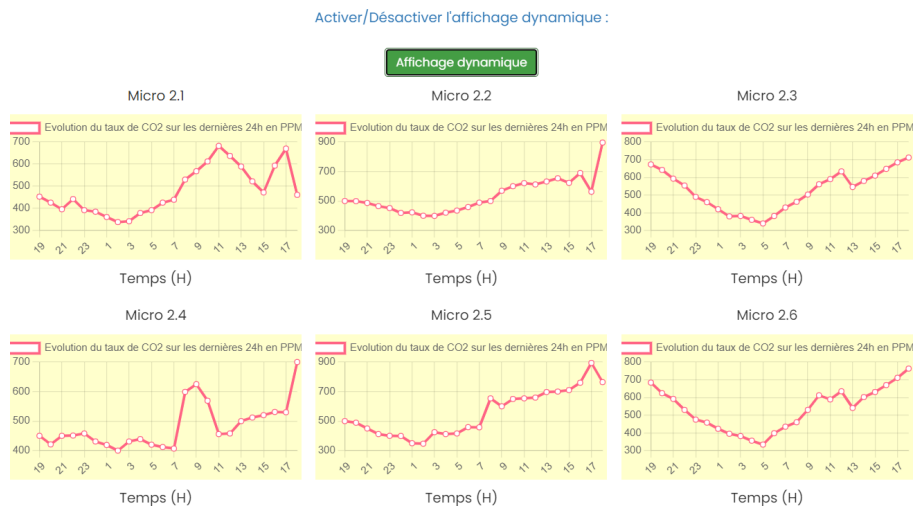


Figure 15: Affichage dynamique T:10s

Au bout de dix secondes, les six premières courbes sont remplacées par les six dernières et au bout de dix secondes cela refait une boucle.

Maintenant que je vous ai présenté la fonction principale qu'est l'affichage dynamique, nous pouvons voir quelles améliorations sont susceptibles d'être apportées au projet.

3. Axes d'améliorations

Premièrement, étant un projet lié au département informatique et à l'UBO nous pouvons mettre en place la charte UBO pour l'ergonomie du site.

Ensuite nous avons pensé à un système de couleurs qui pourrait être implémenté sur les courbes. En effet en plus du code couleur intuitif des LED nous avons réfléchi à l'intégrer sur l'affichage des courbes avec une couleur rouge pour les points au dessus de 800PPM et vert en dessous de 600PPM.

Une autre des améliorations est lié à la protection du montage électronique en effet la création d'un boîtier pourrait protéger le câblage ainsi que les LED.

Notre projet est aussi compatible avec toutes sortes de capteurs, nous pourrions donc rajouter des capteurs d'humidité, de présence ou de température sur le montage.

Pour finir nous allons voir les améliorations malheureusement impossibles, il y a tout d'abord la bidirectionnalité entre l'ESP32 et le PC, en effet si nous voulons par exemple modifier l'intervalle des mesures, cela nécessite de rebrancher l'ESP32 à un PC afin d'y implémenter le programme, cela est impossible à distance. L'autre amélioration est l'extension à l'échelle de l'UBO, malheureusement un montage de ce type nécessite une maintenance avisée et les autres départements n'auront malheureusement pas les connaissances nécessaires afin de la faire.

Mais ce ne sont pas les seules difficultés que nous avons rencontré, nous allons voir l'autre grande difficulté rencontrée au cours de ce stage.

IV. Bilan du stage

1. Difficultés rencontrées

Comme cité précédemment, les améliorations voulues mais impossibles ne sont pas les seuls soucis rencontrés, effectivement nous avons fait face à une très grosse difficulté liée au transfert des données vers la Firebase.

Cette difficulté a été bloquante sur quatre jours de recherche.

Cependant, après de nombreuses recherches et le problème solutionné, nous avons constaté que cela nous avait beaucoup apporté, ceci nous a permis de découvrir l'environnement Firebase en profondeur ainsi que tous les tutoriels qui y sont liés.

Cela nous a aussi permis d'augmenter notre esprit d'initiative lié à la recherche de solutions.

Ce n'est pas les seuls apports de notre stage. Pour finir nous allons donc voir tout ce que le stage nous a apporté.

2. Apports du stage

Dans cette dernière partie nous allons voir les apports du stage que ce soit négatif ou positif. En effet outre l'apport cité ci-dessus qui était l'esprit d'initiative le stage nous a apporté d'autres choses.

Pour commencer, le seul point négatif était le fait qu'on soit resté bloqué pendant quatre jours sur la même erreur, point négatif qui au final s'est retrouvé être positif car il nous a beaucoup appris.

De plus nous avons conçu pour la première fois des Deadlines, en effet en plus de celles fixées par Monsieur BALLET nous en avons fixé nous-mêmes afin d'atteindre nos objectifs en temps et en heure.

Le travail en binôme, quant à lui, nous a apporté l'esprit de travail collectif et une organisation commune.

Bien que le stage était en présentiel nous avons réussi à développer une grande autonomie avec les deadlines citées précédemment mais aussi avec les recherches aux problèmes et autres aspects.

Pour finir, ce stage m'a appris le langage JavaScript que je n'avais jamais utilisé ainsi que le montage vidéo pour la soutenance. (Vidéo que vous pouvez retrouver ici : <https://www.youtube.com/watch?v=nMzxpheF2LE>).

En effet le fait que j'apprenne le JavaScript était très important car outre tous les apports cela m'a conforté dans le choix de mon Master TIIL-A afin de, plus tard, devenir développeur Web.

V. Conclusion

Pour finir ce rapport, nous pouvons affirmer que le stage nous a beaucoup apporté, il nous a fait prendre conscience qu'il fallait aérer nos intérieurs car la santé de tous en dépend.

Je tiens également à rajouter que ce stage a été très enrichissant et je remercie encore une fois tous les professeurs et les encadrants qui nous ont accompagné pendant ce stage et pendant cette troisième année de licence informatique.