

**Université de Sousse**

---

**École Nationale d'Ingénieurs de Sousse**



**Rapport de projet Semestriel (S1)**

**Réalisé par :**

Fares Safer

Ferdawes Abdessalem

Rayen Gaied

**Filière :**

**2<sup>ème</sup> Année Génie Télécommunication Embarquée**

**Projet Semestriel effectué sous la direction**

Mr Jamel BelHaj Taher

# Table des matières

|  |    |
|--|----|
| Introduction Générale .....                                    | 5  |
| Chapitre1 : Cahier des charges.....                            | 6  |
| Introduction : .....   | 6  |
| Présentation du projet :.....                                  | 6  |
| 1.Problématique : .....  | 6  |
| 2. Contexte et définition du projet : .....                    | 6  |
| 3.Objectif du projet : .....                                   | 6  |
| 4.Le Cible du projet : .....                                   | 6  |
| Besoin et Technologies : .....                                 | 7  |
| 1. Description fonctionnelle des besoins .....                 | 7  |
| 2. Technologies Utilisées.....                                 | 7  |
| Chapitre2 : Conception et Réalisation .....                    | 8  |
| <b>Conception</b> .....  | 8  |
| 1. Introduction : .....  | 8  |
| 2. Conception global : .....                                   | 8  |
| Câblage du Module MQ2 .....                                    | 8  |
| Câblage du Module GPS Neo 6M.....                              | 9  |
| 3. Diagramme de classe UML : .....                             | 9  |
| <b>Réalisation</b> .....                                       | 10 |
| 1. Architecture de la solution du projet de cartographie ..... | 10 |
| a. Environnement de travail : .....                            | 10 |
| b. Environnement matériel : .....                              | 11 |
| c. Environnement logiciel : .....                              | 13 |
| d. Langages de programmation et technologie utilisés : .....   | 13 |
| 2. Intégration de système de Cartographie : .....              | 14 |
| a. Test du système de cartographie : .....                     | 15 |
| Conclusions et perspectives .....                              | 17 |

## Table des figures :

|  |    |
|--|----|
| Figure 0-1:Cablage de Module MQ2-RaspberryP.....       | 8  |
| Figure 0-2:cablage GPS Neo 6M-RaspberryPi.....         | 9  |
| Figure 0-3:Diagramme UML.....                          | 10 |
| Figure 0-1:architecture de projet.....                 | 10 |
| Figure 0-2:Raspberry Pi 4 Model B .....                | 11 |
| Figure 0-3:Capteur de Gaz MQ2 .....                    | 12 |
| Figure 0-4:courbe caractéristique de sensibilité ..... | 12 |
| Figure 0-5:GPS Neo 6M .....                            | 12 |
| Figure 0-6:Base de données Firebase.....               | 15 |
| Figure 0-7:Transmission des données vers Firebase..... | 15 |

## Remerciements

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce projet.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif du département « Informatique Industriel », pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nous tenons à remercier sincèrement Monsieur « Bel Haj Taher Jamel », en tant qu'encadreur de ce projet, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer et sans qui, ce projet n'aurait jamais vu le jour.

Aussi, Nous tenons à remercier toute l'équipe pédagogique de l'école nationale d'ingénieurs de Sousse et les intervenants professionnels responsables de la formation en génie Télécommunication Embarquée.

## Introduction Générale

La pollution atmosphérique a des répercussions significatives sur la santé humaine et l'écosystème, ce qui rend crucial le développement de systèmes de surveillance précis et efficaces. Dans ce contexte, notre projet vise à mettre en place un système de cartographie de la qualité de l'air en utilisant un Raspberry Pi, un capteur de gaz et un GPS.

Ce rapport présente en détail la conception, la mise en œuvre et les résultats de notre projet. Nous expliquerons comment ces composants ont été intégrés pour collecter des données sur les niveaux de gaz et les coordonnées géographiques, et comment ces données ont été utilisées pour créer des cartes de la qualité de l'air dans différentes zones. Nous mettrons également en lumière l'importance de notre projet en tant qu'outil potentiel pour surveiller et cartographier la qualité de l'air dans divers environnements, et comment il pourrait contribuer à une meilleure compréhension de la pollution de l'air et à des mesures plus efficaces pour y remédier.

# Chapitre1 : Cahier des charges

## Introduction :

La cartographie joue un rôle crucial dans la représentation visuelle et spatiale des données géographiques, Notre projet permet de développer un système de cartographie de la qualité de l'air en utilisant un Raspberry Pi, un capteur de gaz et un GPS. L'objectif est de collecter des données sur les niveaux de gaz et les coordonnées géographiques pour créer des cartes de la qualité de l'air dans différentes zones, contribuant ainsi à une meilleure compréhension de la pollution de l'air et à des mesures plus efficaces pour y remédier.

## Présentation du projet :

### 1.Problématique :

Dans un monde en perpétuelle évolution, la qualité de l'air et la surveillance des émissions de gaz sont devenues des enjeux cruciaux. Face à ces défis, comment pouvons-nous exploiter la convergence technologique de la Raspberry Pi, des capteurs de gaz et du GPS pour créer une solution de cartographie environnementale innovante et interactive ? Comment cette synergie peut-elle contribuer à une compréhension plus approfondie des variations spatiales des niveaux de gaz ?

### 2. Contexte et définition du projet :

Notre projet permet de développer un système de cartographie de la qualité de l'air en utilisant un Raspberry Pi, un capteur de gaz et un GPS.

### 3.Objectif du projet :

L'objectif est de collecter des données sur les niveaux de gaz et les coordonnées géographiques pour créer des cartes de la qualité de l'air dans différentes zones, contribuant ainsi à une meilleure compréhension de la pollution de l'air et à des mesures plus efficaces pour y remédier.

### 4.Le Cible du projet :

public cible de projet:

**Gestionnaires Environnementaux** : Les professionnels de la gestion environnementale travaillant pour des municipalités, des gouvernements locaux ou des entreprises, nécessitant des outils pour surveiller et atténuer les émissions de gaz.

**Ingénieurs et Techniciens** : Les ingénieurs environnementaux et les techniciens cherchant des

solutions technologiques pour la surveillance continue des émissions de gaz et la planification environnementale.

**Entreprises et Industries** : Les entreprises cherchant à surveiller et à réduire leurs émissions de gaz pour des pratiques durables et conformes aux normes environnementales.

## Besoin et Technologies :

### 1. Description fonctionnelle des besoins

Le projet de cartographie environnementale repose sur différents éléments qui travaillent ensemble pour atteindre nos objectifs. Le capteur MQ2 mesure les gaz dans l'air, assurant une surveillance précise. La Raspberry Pi traite ces données avec les informations de localisation du module Neo 6M GPS, créant ainsi une base solide pour les cartes. Le convertisseur analogique-numérique transforme les signaux pour les rendre compréhensibles par la Raspberry Pi. Enfin, Firebase stocke les données en toute sécurité, les rendant disponibles en temps réel. Cette approche garantit une collecte de données fiable, les transforme correctement, les traite efficacement, et les stocke en toute sécurité, le tout pour créer des cartes interactives précises. Cela répond aux besoins essentiels de notre projet.

### 2. Technologies Utilisées

-Raspberry Pi : La Raspberry Pi sert de cerveau central du projet, agissant comme une plateforme informatique polyvalente pour le traitement des données, le contrôle des composants, et la génération des cartes environnementales.

-Capteur MQ2 : Le capteur MQ2 est utilisé pour mesurer les concentrations de gaz dans l'air. Il détecte plusieurs types de gaz et fournit des données cruciales pour évaluer la qualité de l'air.

-Module Neo 6M GPS : Ce module GPS offre une précision de géolocalisation, permettant de lier les données de gaz à des emplacements spécifiques sur la carte, fournissant ainsi une dimension spatiale essentielle.

-Convertisseur Analogique-Numérique : Ce composant convertit les signaux analogiques provenant du capteur MQ2 en données numériques, rendant ainsi les informations compréhensibles et traitables par la Raspberry Pi.

-Firebase : Firebase est utilisé comme service de base de données en temps réel pour stocker et gérer les données collectées de manière sécurisée. Il facilite également la récupération et la mise à jour des données à distance.

-Langages de Programmation (Python) : Les langages de programmation, tels que Python, sont utilisés pour développer le logiciel qui opère sur la Raspberry Pi, traitant les données des capteurs et générant les cartes environnementales.

## Chapitre2 : Conception et Réalisation

### Conception

#### 1. Introduction :

Ce chapitre offre un aperçu détaillé des choix conceptuels qui sous-tendent la structure du système, la manière dont les technologies interagissent harmonieusement, et la manière dont les différents composants sont intégrés pour créer une plateforme fonctionnelle. De la conception initiale de l'architecture matérielle et logicielle aux étapes concrètes de la mise en œuvre, chaque aspect de ce processus créatif est examiné avec l'objectif de démontrer comment ces technologies convergent pour aboutir à une solution de cartographie environnementale robuste, précise et interactive.

#### 2. Conception global :

La Raspberry Pi traite en temps réel les données provenant des capteurs MQ2, spécialisés dans la Mesure des gaz. Le module Neo 6M GPS fournit une précision géographique cruciale, tandis que le Convertisseur analogique-numérique (MCP3002) traduit les signaux analogiques de capteurs en Données numériques compréhensibles

##### Câblage du Module MQ2

Le câblage du capteur MQ2 à un Raspberry Pi nécessite une connexion soignée des broches du Capteur aux ports GPIO (General Purpose Input/Output) de la Raspberry Pi, premièrement alimenter le Capteur en le reliant à une broche 5V de la Raspberry Pi. Ensuite faire la connexion à la masse en reliant la broche GND (terre) du capteur à une broche GND de la Raspberry Pi.

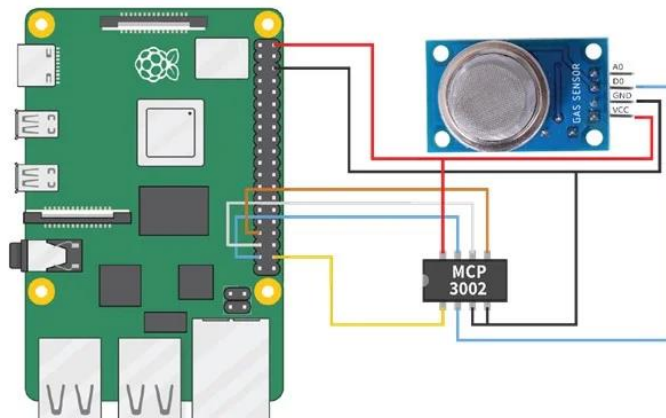


Figure 0-1: Câblage de Module MQ2-RaspberryP.



## Câblage du Module GPS Neo 6M

Pour l'alimentation on fait la Connection de fil d'alimentation (VCC) du module GPS Neo 6M à une broche 5V de la Raspberry Pi et le fil de masse (GND) du module GPS Neo 6M à une broche GND (terre) de la Raspberry Pi.

Pour la Communication Série (UART) on Connect le fil TX (transmetteur) du module GPS Neo 6M à la broche RX (récepteur) de la Raspberry Pi (ex GPIO 14).

Et Connecter le fil RX (récepteur) du module GPS Neo 6M à la broche TX (transmetteur) de la Raspberry Pi (ex GPIO 15).

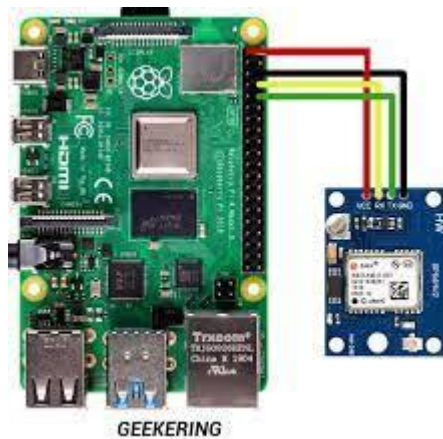


Figure 0-2:cablage GPS Neo 6M-RaspberryPi

### 3. Diagramme de classe UML :

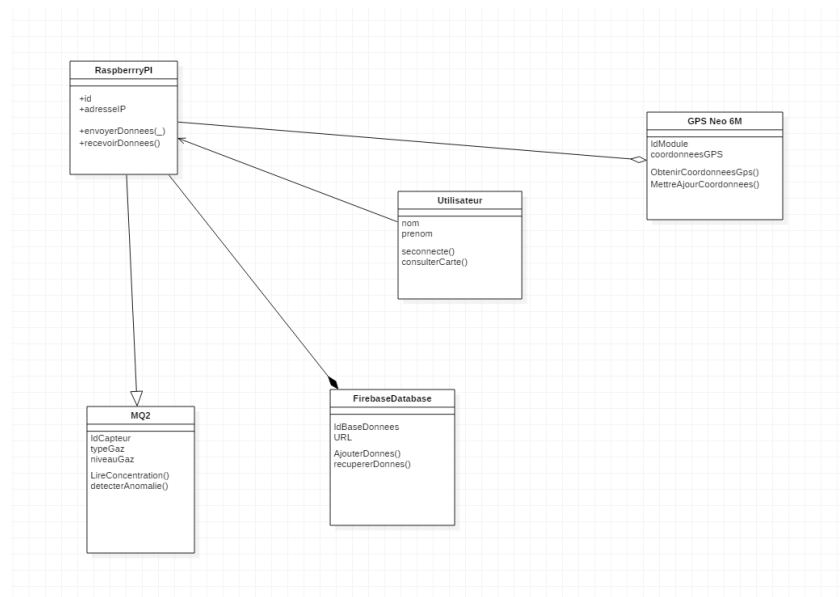


Figure 0-3:Diagramme UML

## Réalisation

Dans ce paragraphe, je vais exposer l'architecture du projet de cartographie, dévoiler L'écosystème matériel et logiciel qui a été essentiel pour la réalisation de notre système, et Décrire les différentes étapes que nous avons suivies pour concrétiser un système Cartographique fonctionnel.

### 1. Architecture de la solution du projet de cartographie

Notre solution se comporte d'une carte Raspberry pi connectée a internet par Wifi et liée a un capteur de Gaz MQ2 et un. Après la détection des informations ,les données sont envoyées en temps réel a une base de données Fire base.

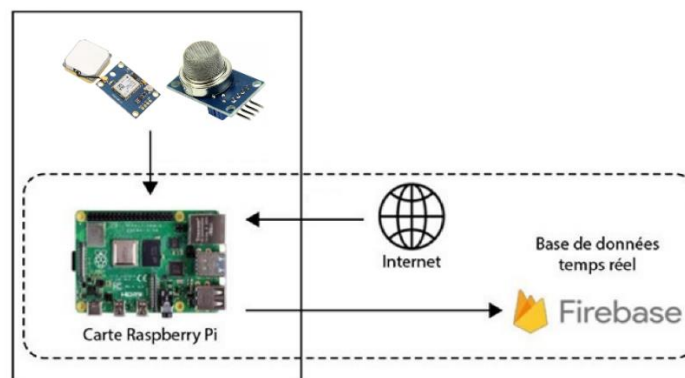


Figure 0-1:architecture de projet.

#### a. Environnement de travail :

Ceci est la description de l'environnement matériel et logiciel ainsi que les langages de

programmations et technologies utilisée pour le développement de projet cartographie environnementale.

b. Environnement matériel :

Pour développer ce projet, nous avons utilisé une carte **Raspberry Pi 3 Model B** qui possédé des caractéristiques suivantes :

|                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| <b>Marque / Modèle</b>        | Raspberry Pi 4 Model B   |
| <b>Processeur</b>             | ARM Cortex A72           |
| <b>Mémoire</b>                | 4 Go                     |
| <b>GPU</b>                    | VideoCore VI             |
| <b>Système d'exploitation</b> | Raspberry Pi Os (32-bit) |



Figure 0-2:Raspberry Pi 4 Model B

-Le capteur de gaz MQ2 est un instrument permettant la détection de la pollution d'air. Il Peut Détecter le butane, la fumée, CO<sub>2</sub>, etc., basant sur son temps de réponse rapide. Les mesures Peuvent être prises dès que possible. De plus, la sensibilité peut être réglée par un potentiomètre intégré.

|  |                            |
|--|----------------------------|
| <b>Marque / Modèle</b>                 | MQ2                        |
| <b>Resistance a la détection</b>       | 30Kohm-200Kohm             |
| <b>Temps de préchauffage</b>           | Plus de 24 heure           |
| <b>Concentration Taux de pente</b>     | <0.65                      |
| <b>Condition de détection standard</b> | Temps :20<br>Humidité :65% |



Figure 0-3:Capteur de Gaz MQ2

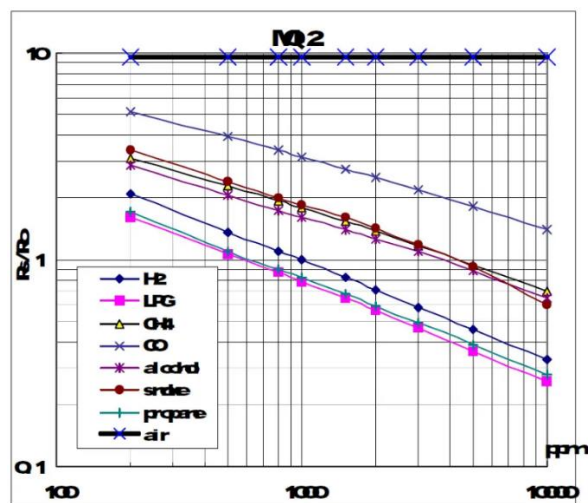


Figure 0-4:courbe caractéristique de sensibilité

-Le module GPS Neo 6M est un dispositif électronique qui permet de déterminer avec précision la position géographique à l'aide des signaux GPS. Il peut suivre simultanément plusieurs signaux satellites, offrant une localisation précise en quelques instants après la mise sous tension. Facile à intégrer avec des microcontrôleurs comme la Raspberry Pi.

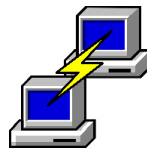


Figure 0-5:GPS Neo 6M

|                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| <b>Sensibilité</b>             | -160 dBm.          |
| <b>Consommation d'énergie</b>  | 45 mA              |
| <b>Mémoire de sauvegarde</b>   | Quelques kilobytes |
| <b>Fréquence d'acquisition</b> | 1 Hz               |
| <b>Interface série (UART)</b>  | 115200 bauds       |

c. Environnement logiciel :

Les applications et logiciel suivants ont été nécessaires à la création d'une simulation du système de parking intelligent, ainsi que sa création et son contrôle à distance :



PuTTY est émulateur de terminal pour Windows permettant la connexion a une machine Distance Par protocole SSH. Avec ce logiciel, vous pouvez travailler, depuis votre ordinateur personnel, Sur une machine Linux, en mode ligne de commandes.



Fire base est un ensemble de services d'hébergement pour n'importe quel type d'application. Il propose D'héberger en NoSQL et en temps réel des bases de données, du contenu, de l'authentification social, et Des notifications, ou encore des services, tel que par Exemple un serveur de communication temps réel.

d. Langages de programmation et technologie utilisés :



Python est un langage de programmation interprété, multiparadigme et multiplateformes. Il favorise la programmation impérative structurée fonctionnelle et orientée objet.

## 2. Intégration de système de Cartographie :



Une fois l'OS installé et configuré, on installe tout ce qui est nécessaire au fonctionnement du système de Fonctionnement du système de sur la carte Raspberry PI, on cite :

- RPI.GPIO : Pour interagir avec les GPIO du Raspberry Pi.
- Adafruit\_DHT : Utilisée pour la gestion du capteur MQ2.
- NeoGPS : Bibliothèque dédiée au traitement des données du module GPS Neo 6M.
- Pyrebase pour pouvoir communiquer avec la base de données temps réel Firebase

On passe après cela à la création de la base de données temps réel Firebase

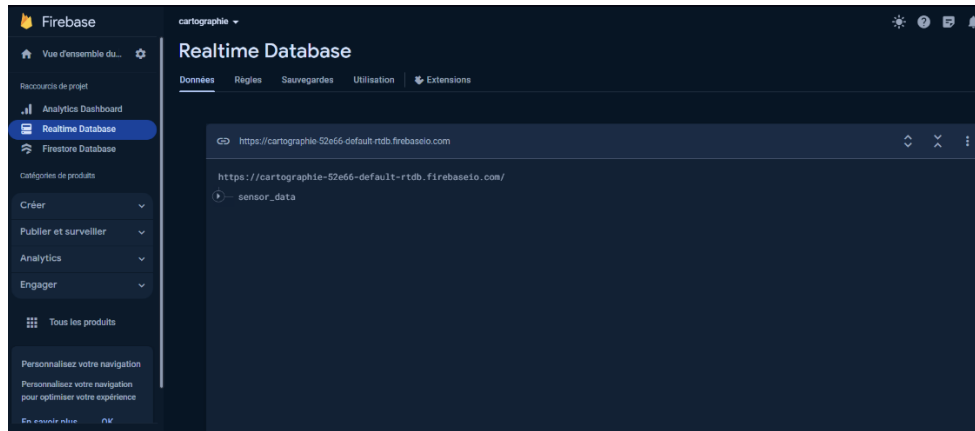


Figure 0-6: Base de données Firebase

a. Test du système de cartographie :

Après la création de la base de données Firebase et l'établissement de toutes les connexions nécessaires, nous procédons désormais à la phase de test pour vérifier la transmission correcte des résultats vers Firebase.

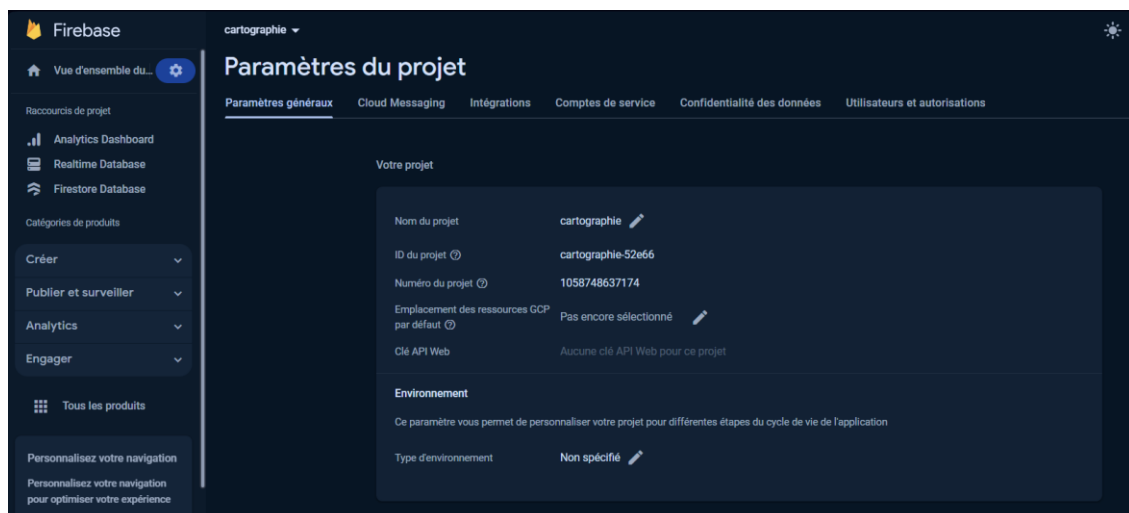


Figure 0-7: Transmission des données vers Firebase





## Conclusions et perspectives

la conception de projet est une combinaison de différentes technologies, allant des capteurs en passant par les modules de communication et les serrures électromécaniques. L'utilisation de cartes Raspberry Pi facilite le processus de conception et permet une plus grande flexibilité dans la personnalisation et l'amélioration de projet.

Au cours de ce parcours, nous avons mis en lumière l'importance de l'intégration harmonieuse des composants et de la collaboration entre la technologie et l'environnement. Les résultats obtenus ouvrent la voie à une surveillance environnementale accessible et interactive.

Enfin, ce projet représente une étape significative dans l'exploration de solutions technologiques pour la surveillance environnementale, et il offre une base solide pour des développements futurs.