

Rapport de Projet de Fin de 2eme année

Système de suivi des véhicules en temps réel en utilisant la
technologie GPS/GSM/GPRS

Filière : Ingénierie des Systèmes Embarqués et Mobiles (ISEM)

Réalisé par :

EL HLAFI Mohamed
BOUZIANI Mohammed

Encadré par :

Mme Asmaa HAMYANI

Remerciement

Au terme de ce travail, nous profitons de l'occasion pour remercier du fond du cœur tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce projet et qui ont contribué à en faire une expérience enrichissante, nous adressons donc, en particulier nos sincères remerciements à notre encadrante **Mme Asmaa HAMYANI** pour sa disponibilité et ses précieux conseils.

Nos remerciements vont aussi à **Mme Tamou NASSER** pour avoir juger notre travail. En espérant que ce travail sera à la hauteur de vos attentes.

Cordialement, **M.EL HLAFI & M.BOUZIANI.**

Résumé

Le sujet de notre projet de fin d'année consistait à développer un «Système de suivi des véhicules en temps réel en utilisant la technologie GPS/GSM/GPRS».

Ce système de suivi des véhicules est à faible coût utilisant le GPS et le GPRS. Il permet à un utilisateur de visualiser les positions présentes et passées enregistrées d'une véhicule sur une carte géographique via Internet. Notre système lit la position actuelle de l'objet à l'aide du GPS, les données sont envoyées via le service GPRS du réseau GSM vers un serveur Web développée en Node Js en utilisant la méthode POST du protocole HTTP. Les données de position de l'objet sont ensuite stockées dans la base de données pour un suivi en direct et passé. Une application Web et Mobile sont développée permettant l'utilisateur de communiquer avec le serveur pour suivre sa véhicule dans la carte géographique. Les systèmes de suivi en direct existants qui sont disponibles aujourd'hui utilisent des SMS pour la communication avec le serveur, ce qui s'est avéré coûteux. (Les SMS sont utilisés pour la communication avec l'appareil). Nous avons utilisé le service GPRS qui a fait de notre système une solution de suivi à faible coût pour localiser la position et l'état d'un objet. Ce système est très utile pour les situations de vol de voiture (alerte alarme, démarrage du moteur, localisation), pour les conducteurs adolescents surveillés et surveillés par les parents (dépassement de la limitation de vitesse, sortie d'une zone spécifique).

Notre travail s'est fait en plusieurs phases: Une phase d'analyse et de conception et une phase de développement. Grace à l'aide de notre encadrante, nous avons appris, durant ces derniers mois, à utiliser différents outils et découvert plusieurs concepts qui nous ont aidés à développer ce système. Nous vous présenterons donc tout au long de ce rapport, les étapes que nous avons suivis ainsi que les outils que nous avons utilisés pour réaliser notre projet de fin d'année.

Mots-clés : Système de suivi, temps réel, GPS/GSM/GPRS, base de données, serveur Web, application web, application mobile.

Abstract:

The subject of our end-of-year project was to develop a “Real-time vehicle tracking system using GPS / GSM / GPRS technology”.

This vehicle tracking system is low cost using GPS and GPRS. It allows a user to view the present and past positions recorded of a vehicle on a geographical map via the Internet. Our system reads the current position of the object using GPS, the data is sent via the GPRS service of the GSM network to a web server developed in Node Js using the POST method of the HTTP protocol. The object's position data is then stored in the database for live and past tracking. A Web and Mobile application are developed allowing the user to communicate with the server to follow his vehicle in the geographical map. Existing live tracking systems that are available today use SMS for communication with the server, which has proven to be costly. (SMS are used for communication with the device). We used the GPRS service which made our system a low cost tracking solution to locate the position and condition of an object. This system is very useful for car theft situations (alarm alert, engine starting, localization), for teenage drivers supervised and supervised by parents (exceeding the speed limit, leaving a specific zone).

Our work was done in several phases: An analysis and design phase and a development phase. Thanks to the help of our supervisor, we have learned, during these last months, to use different tools and discovered several concepts that have helped us to develop this system. We will therefore present to you throughout this report the steps we followed as well as the tools we used to carry out our end-of-year project.

Keywords: Tracking system, real time, GPS / GSM / GPRS, database, web server, web application, and mobile application.

Table des figures:

Figure 1:Modèle en cascade.....	12
Figure 2:Planning.	12
Figure 3:Diagramme de cas d'utilisation.	15
Figure 4:Conception générale de la solution.	16
Figure 5:Modélisation du système.	18
Figure 6:Conception de la partie matérielle.	19
Figure 7:Organigramme de l'algorithme dans le microcontrôleur	20
Figure 8: Conception de la partie logicielle.....	21
Figure 9:Arduino Nano	23
Figure 10:Module GPS Neo-6M Enhanced.....	24
Figure 11:Module GSM SIM 800I	24
Figure 12:Comparaison de la taille du matériel	25
Figure 13:Maquette virtuel du circuit.....	25
Figure 14:Circuit sur le pan réel.....	26
Figure 15:Le protocole UART.....	26
Figure 16:Fonctionnement général du système.....	27
Figure 17:Leaflet map	27
Figure 18:Node js	28
Figure 19:Protocole http	28
Figure 20:Express.js	29
Figure 21:JSON.....	29
Figure 22:NeDB.....	30
Figure 23:HTML.....	30
Figure 24:CSS	31
Figure 25:Javascript	31
Figure 26:Java	32
Figure 27:Android Studio	32
Figure 28:Google Map API.....	32
Figure 29:Interface d'accueil de l'application web.....	33
Figure 30:Démonstration de la fonctionnalité du bouton "suivi véhicule"	34
Figure 31:Démonstration de la fonctionnalité du bouton "Historique"	34
Figure 32:Interface d'accueil de l'application mobile	35
Figure 33:Démonstration de la fonctionnalité du bouton "suivi"	36

Table des matières :

Remerciement	3
Résumé.....	4
Abstract:	5
Table des figures:.....	6
Table des matières :.....	7
INTRODUCTION GÉNÉRALE :	9
Chapitre 1 : Présentation du projet	10
1 Contexte général du projet :	11
1.1 Problématique :	11
1.2 Objectifs :.....	11
2 Processus de développement :.....	11
2.1 Le modèle de développement choisi :	11
2.1.1 Modèle en cascade :.....	12
2.2 Planning prévisionnel :.....	12
Conclusion :	13
Chapitre 2 : Analyse et conception.....	14
3 Étude et analyse des besoins	15
3.1 Étude de besoin	15
3.2 Capture des besoins :	15
4 Conception de la solution :.....	16
4.1 Conception générale de la solution :	16
4.1.1 Technologie GPS :.....	16
4.1.2 Technologie GSM :	17
4.1.3 Technologie GPRS :	17
4.2 Modélisation du système :	18
4.3 Conception des fonctionnalités du système :	19
4.3.1 Partie matérielle :	19
4.3.2 Partie logicielle :.....	20
Conclusion :	21
Chapitre 3 : Réalisation	22
5 Solutions matérielles :	23
5.1 Microcontrôleur.....	23
5.1.1 Pourquoi l'Arduino nano ?	23
5.2 Module GPS	23

5.2.1	Pourquoi NEO-6M GPS ?	23
5.3	Module GSM/GPRS	24
5.3.1	Pourquoi SIM800L ?	24
5.4	Taille du matériel	25
5.5	Design du circuit :.....	25
5.6	Le Protocole UART :	26
5.7	Les avantages du Protocole UART :	26
6	Solutions Logicielles	27
6.1	Vision générale du système.....	27
6.2	Les outils :	27
6.2.1	Leaflet Map :	27
6.2.2	Node.js :	28
6.2.3	Protocole http :	28
6.2.4	Express.js :	29
6.2.5	JSON :	29
6.2.6	NeDB :	30
6.2.7	HTML :	30
6.2.8	CSS :	31
6.2.9	Javascript :	31
6.2.10	Java :	32
6.2.11	Android Studio :	32
6.2.12	Google Map API :	32
7	Réalisation :	33
7.1	Démonstration du Résultat sur l'application web :.....	33
7.1.1	Interface d'accueil de l'application web:	33
7.1.2	Démonstration de la fonctionnalité du bouton "suivi du véhicule":	33
7.1.3	Démonstration de la fonctionnalité du bouton "Historique":.....	34
7.2	Démonstration du Résultat sur l'application mobile :	35
7.2.1	Interface d'accueil de l'application mobile :	35
7.2.2	Démonstration de la fonctionnalité du bouton "suivi":	35
	Conclusion :	36
	Conclusion générale :	37
	Bibliographie	38

INTRODUCTION GÉNÉRALE :

Le système de suivi des véhicules est une solution totale de sécurité et de gestion de flotte. C'est la technologie utilisée pour déterminer l'emplacement d'un véhicule à l'aide de différentes méthodes telles que le GPS et d'autres systèmes de navigation fonctionnant via des stations satellites et au sol. Le système moderne de localisation des véhicules utilise la technologie GPS pour surveiller et localiser notre véhicule n'importe où sur terre, mais parfois différents types de technologie de localisation automatique des véhicules sont également utilisés. Le système de suivi du véhicule est installé à l'intérieur de la voiture et fournit une localisation efficace en temps réel et les données peuvent même être stockées et téléchargées sur un ordinateur qui peut être utilisé pour une analyse future. Ce système est un dispositif essentiel pour suivre la voiture chaque fois que le propriétaire veut la surveiller et il est aujourd'hui extrêmement populaire parmi les personnes ayant des voitures chères, utilisé comme prévention du vol et récupération de la voiture volée. Les données collectées peuvent être visualisées sur des cartes électroniques via Internet et des logiciels.

Le système de suivi peut également être très utile pour le système de transport intelligent (STI). Par exemple, il peut être utilisé dans les voitures de sonde pour mesurer les données de trafic en temps réel afin d'identifier la zone de congestion. Cela peut également sauver des vies en cas d'urgence pour signaler rapidement et automatiquement la position d'un véhicule à un agent de secours lorsqu'un accident survient au véhicule. De plus, il peut être attaché à un véhicule avec un système antivol pour identifier son emplacement lorsqu'il est volé.

Notre projet se situe dans ce contexte, notre système proposé offre un système de suivi en temps réel utilisant un modèle client-serveur. Notre client est un appareil intégré avec un module GPS/GPRS pour identifier les informations de localisation de l'appareil qui sont périodiquement transmises à un serveur. Notre serveur est un ordinateur personnel avec un programme de serveur Web pour recevoir les informations de localisation qui sont ensuite converties dans le format pouvant être affiché à l'aide d'une application web et une application mobile.

Le présent document est articulé en trois chapitres : le premier présente le contexte général, la problématique et l'objectif du projet, le deuxième chapitre aborde l'étude de l'existant avec une analyse et description des besoins, ainsi que les étapes établies pour créer ce système, puis le troisième chapitre présente les outils de réalisation ainsi que le travail réalisé.

Chapitre 1 : Présentation du projet

Ce chapitre a pour objectif de présenter le contexte du projet, les problèmes à résoudre, les objectifs à atteindre, et la démarche suivie.

1 Contexte général du projet :

1.1 Problématique :

La sécurité des véhicules est une préoccupation majeure pour tous les propriétaires de véhicules. Les propriétaires ainsi que les chercheurs sont toujours à la recherche de systèmes de sécurité de véhicule nouveaux et améliorés. Dans certains cas d'urgence de véhicule comme le vol, l'accident, et la panne, une réponse immédiate est nécessaire, et la première action nécessaire est de trouver le véhicule.

Imaginons comment opèrent les grandes entreprises ou institutions qui ont un grand nombre de travailleurs et aussi de véhicules. Il est presque impossible de gérer de la bonne manière et de connaître chaque détail simple dans ces cas. Ayant cette situation, il peut facilement être compris que la manipulation avec du carburant, les kilomètres et autres problèmes ne sont pas rares.

Le suivi de l'emplacement des transports publics disponibles peut aider les gens à gérer leur temps, ainsi qu'à décider de la gare la plus proche en temps de pandémie. En plus de cela, si les transports en commun étaient utilisés par des écoliers et des collégiens, le parent préférerait connaître son emplacement pour des raisons de sécurité. Ce serait une grande aide pour les parents de connaître le statut de voyage de leurs enfants en recevant l'emplacement du bus.

Par la modernisation de la technologie, il est désormais possible de suivre et de surveiller étroitement les véhicules en temps réel ainsi que de vérifier l'historique des mouvements des véhicules.

1.2 Objectifs :

Notre projet a pour objectif principal la mise en œuvre d'un système de suivi des véhicules en temps réel en respectant les contraintes suivantes :

- Ce système doit être disponible, fiable et simple à utiliser.
- Ce système doit respect les normes légitimes (protège la vie privée des utilisateurs....).
- Ce system doit être performant avec des charges moins chères.
- Finalement ce système doit être évolutif ainsi capable de nous aider dans une étude et analyse pour le future.

2 Processus de développement :

Avant de commencer à travailler sur un projet, il faut choisir un processus de développement, c'est-à-dire un ensemble d'activités successives, organisées en vue de la production d'un logiciel.

2.1 Le modèle de développement choisi :

Pour ce projet, nous avons choisi le modèle en cascade.

2.1.1 Modèle en cascade :

Le modèle en cascade est une version répandue du modèle de gestion du cycle de développement des systèmes et des applications. Souvent considéré comme l'approche classique du développement, ce modèle décrit un cycle linéaire et séquentiel. Son alternative la plus connue aujourd'hui est la méthodologie Agile.

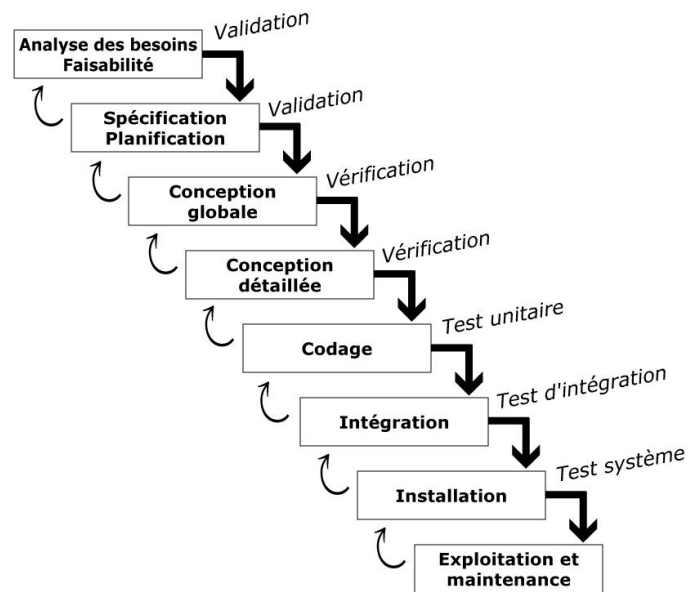


Figure 1:Modèle en cascade.

Nous avons choisi ce modèle pour sa simplicité et sa précision de tâche, ainsi qu'il ne nécessite pas une grande expérience pour développer un projet.

2.2 Planning prévisionnel :

Ce travail a débuté par une étude théorique. Cette phase a été suivie d'une analyse et une conception du projet, choisi des outils de programmation avant d'aborder la phase de réalisation.

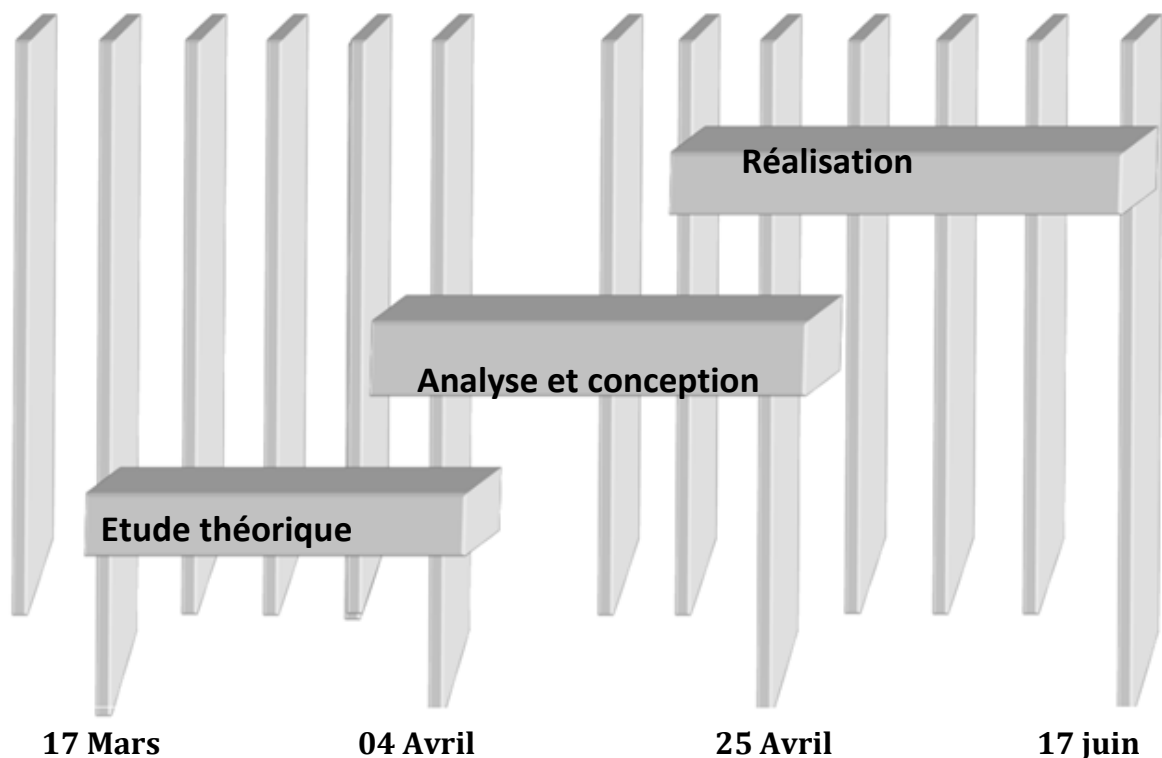


Figure 2:Planning.

- ⇒ **Etude théorique** : L'étape de l'étude des différents besoins, la rédaction du cahier de charges et le choix des langages et technologies de conception et du développement utilisées pour la réalisation du projet.
- ⇒ **Analyse et conception** : L'étape de la réalisation des diagrammes et de schémas de conception utiles pour le projet.
- ⇒ **Réalisation**:L'étape de la création de la communication, la base de données et du développement des interfaces et des applications.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit le cadre du projet, les objectifs généraux à atteindre, puis nous avons donné une idée globale sur la méthodologie de conduite du projet.

Chapitre 2 : Analyse et conception

Ce chapitre a pour objectif de décrire les éléments d'analyse du sujet afin de présenter une approche originale et une modélisation du projet.

3 Étude et analyse des besoins

3.1 Étude de besoin

Les entreprises privées, les systèmes gouvernementaux et les citoyens ont besoin d'un système de suivi de leurs véhicules pour connaître leur emplacement actuel et connaître l'historique des anciens déplacements, ce système doit être rapide, stable, sécurisé et moins cher pour être disponible pour tous ces clients.

3.2 Capture des besoins :

Suite à cette étude, notre système doit répondre aux besoins suivants :

- Développement d'un système de localisation automatique des véhicules.
- Acquisition des informations de localisation du véhicule (latitude longitude) après l'intervalle de temps spécifié.
- Transmission de l'emplacement du véhicule à la station de surveillance/serveur de suivi après un intervalle de temps spécifique.
- Création d'un serveur connecté à une base de donnée pour gérer la communication entre le système électronique embarquée dans la véhicule et l'utilisateur et aussi pour stocker les emplacement dans la base de donnée pour créer une historique des déplacements.
- Développement d'une application web et mobile pour afficher toutes les informations transmises à l'utilisateur final ainsi que l'emplacement du véhicule sur une carte.
- Fournir cette solution à moindre coût que le système de voiture de sécurité avancé.

Ci-dessous, nous présentons le diagramme de cas d'utilisation pour la compréhension du fonctionnement de notre système.

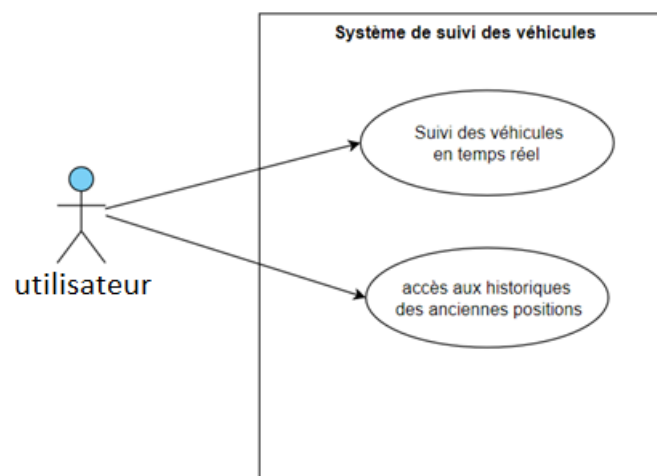


Figure 3: Diagramme de cas d'utilisation.

4 Conception de la solution :

4.1 Conception générale de la solution :

Notre système se compose de composants matériels et logiciels modernes permettant de suivre son véhicule en ligne ou hors ligne, ce système de suivi de véhicule se compose principalement d'une unité de véhicule mobile en trois parties, d'une station fixe et d'un système de base de données et de logiciel.

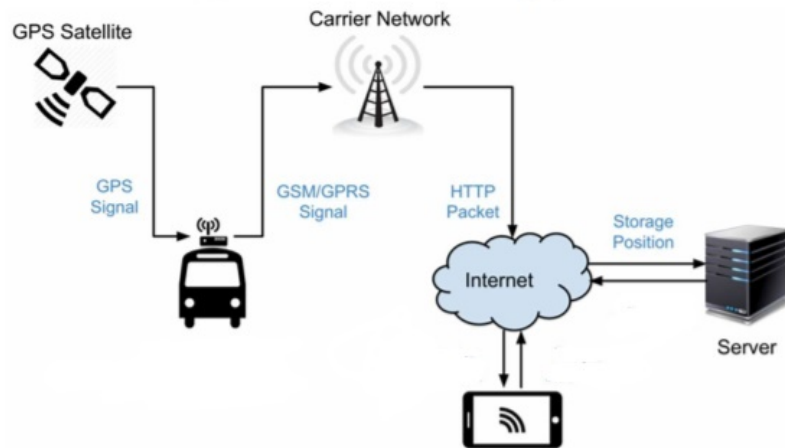


Figure 4: Conception générale de la solution.

Unité de véhicule : C'est le composant matériel attaché au véhicule ayant un modem GPS/GSM. L'unité est configurée autour d'un modem principal qui fonctionne avec le logiciel de suivi en recevant des signaux de satellites GPS ou de points de station radio à l'aide d'une antenne. Le modem du contrôleur convertit les données et envoie les données de localisation du véhicule au serveur.

Station à base fixe : consiste en un réseau sans fil pour recevoir et transmettre les données au centre de données. Les stations de base sont équipées d'un logiciel de suivi et d'une carte géographique utile pour déterminer l'emplacement du véhicule. Des cartes de chaque ville et de chaque point de repère sont disponibles dans la station basée qui dispose d'un serveur Web intégré.

Base de données et logiciel : Les informations de position ou les coordonnées de chaque point de visite sont stockées dans une base de données, qui peut ensuite être visualisée sur un écran d'affichage à l'aide de cartes numériques. Cependant, les utilisateurs doivent se connecter au serveur Web avec l'ID du véhicule respectif stocké dans la base de données et ce n'est qu'alors qu'il peut voir l'emplacement du véhicule parcouru.

4.1.1 Technologie GPS :

Le système de positionnement global (GPS) est un système de navigation par satellite basé dans l'espace qui fournit des informations de localisation et d'heure par tous les temps, n'importe où sur ou près de la Terre, où il y a une ligne de vue dégagée vers quatre satellites GPS ou plus. Il est maintenu par le gouvernement des États-Unis et est librement accessible à toute personne possédant un récepteur GPS. Le projet GPS a été

développé en 1973 pour surmonter les limitations des systèmes de navigation précédents, intégrant les idées de plusieurs prédécesseurs, y compris un certain nombre d'études de conception technique classifiées des années 1960. Le GPS a été créé et réalisé par le département américain de la Défense (DOD) et fonctionnait à l'origine avec 24 satellites. Il est devenu pleinement opérationnel en 1994. Un récepteur GPS calcule sa position en chronométrant avec précision les signaux envoyés par les satellites GPS au-dessus de la Terre. Chaque satellite transmet continuellement des messages qui incluent :

1. L'heure à laquelle le message a été transmis
2. Position du satellite au moment de la transmission du message

Le récepteur utilise les messages qu'il reçoit pour déterminer le temps de transit de chaque message et calcule la distance à chaque satellite en utilisant la vitesse de la lumière. Chacune de ces distances et emplacements des satellites définissent une sphère. Le récepteur est à la surface de chacune de ces sphères lorsque les distances et les emplacements des satellites sont corrects. Ces distances et emplacements des satellites sont utilisés pour calculer l'emplacement du récepteur à l'aide des équations de navigation. Cet emplacement est ensuite affiché, peut-être avec un affichage de carte en mouvement ou la latitude et la longitude ; des informations sur l'altitude peuvent être incluses. De nombreuses unités GPS affichent des informations dérivées telles que la direction et la vitesse, calculées à partir des changements de position.

4.1.2 Technologie GSM :

Un modem GSM est un type de modem spécialisé qui accepte une carte SIM et fonctionne sur abonnement à un opérateur mobile, tout comme un téléphone mobile. Le GSM (Global system for mobile) utilise un processus appelé commutation de circuits. Ce mode de communication permet de tracer un chemin établi entre deux appareils. Une fois les deux appareils connectés, un flux constant de données numériques est relayé. Les réseaux GSM se composent de trois systèmes principaux, le système de commutation (SS), la station de base (BSS) et la station mobile (MS).

4.1.3 Technologie GPRS :

General Packet Radio Service (GPRS) est une amélioration des réseaux GSM pour prendre en charge les services de données à commutation de paquets tels que la messagerie électronique et le navigateur Web en plus des services de données GSM existants tels que le service de messages courts (SMS) et les données à commutation de circuits (CSD) pour la transmission de fax. Le GPRS fonctionne sur l'infrastructure de réseau GSM existante et utilise les créneaux temporels disponibles lors de chaque transmission de trame. Ainsi, il ne surcharge pas le trafic du réseau GSM existant et peut fournir efficacement des services de données. Le GPRS peut transférer des données au Débit maximum de 115,2 kbps (avec les huit emplacements disponibles de chaque trame). En raison de la très grande zone de couverture des réseaux GSM dans le monde, le GPRS devient le plus grand réseau de services de données disponible et toujours actif ainsi, il est le plus approprié pour un système de gestion de suivi en temps réel.

4.2 Modélisation du système :

La séquence méthodologique utilisée pour modéliser le système de suivi des véhicules via un système embarqué, un système Web et une application pour smartphone est présentée dans le diagramme d'activité suivant :

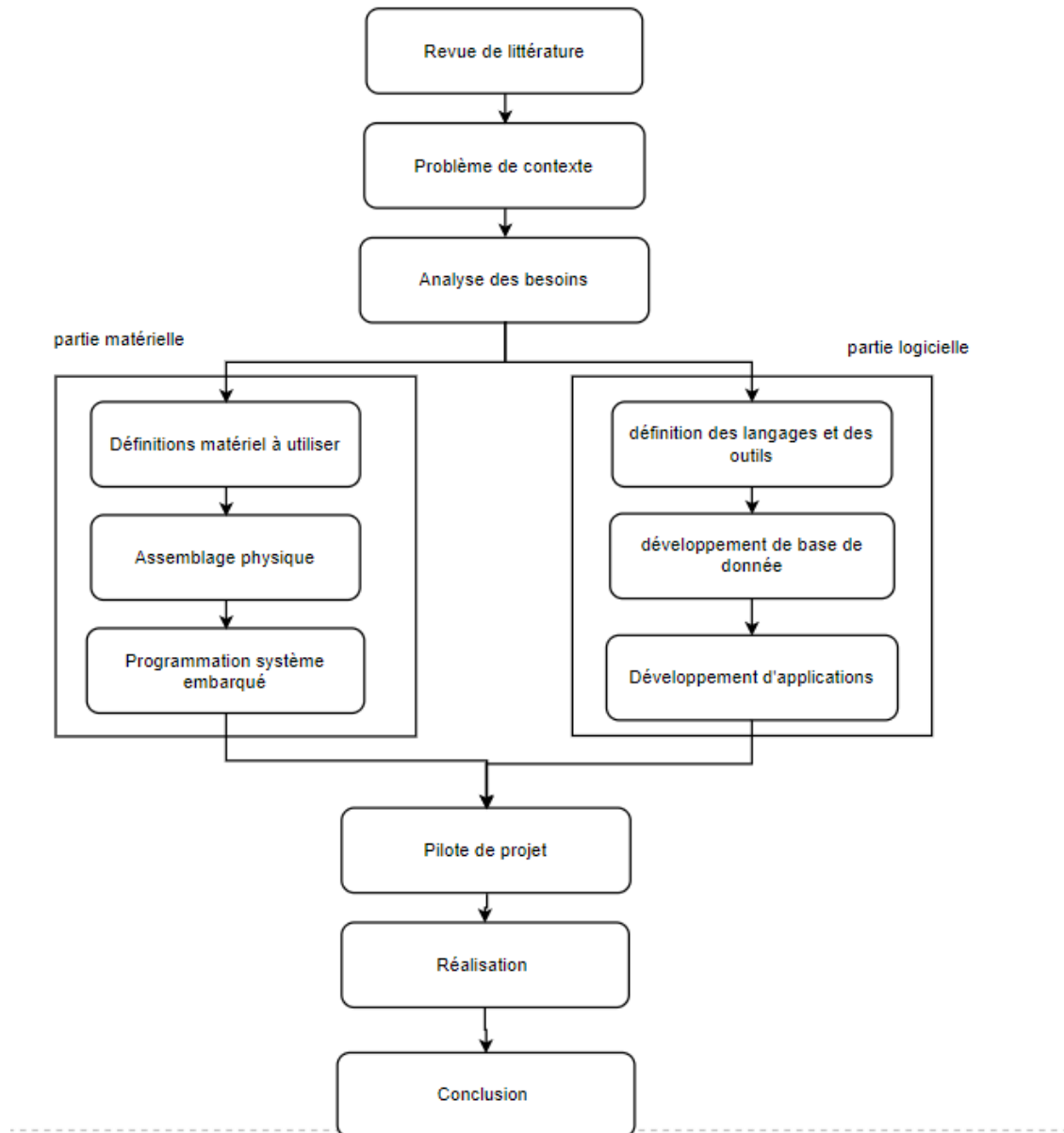


Figure 5:Modélisation du système.

4.3 Conception des fonctionnalités du système :

4.3.1 Partie matérielle :

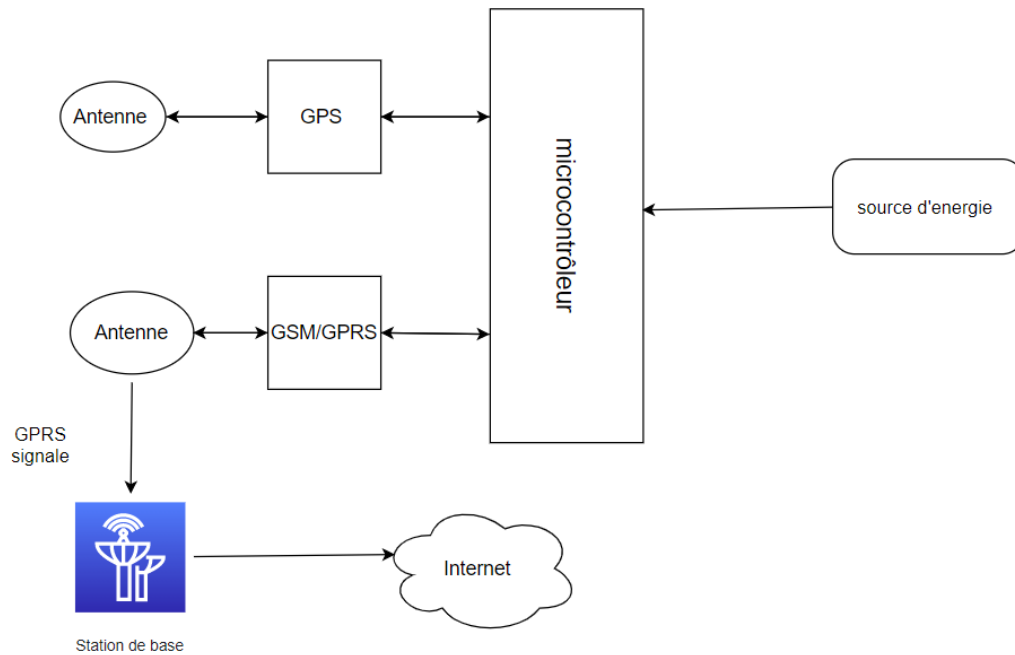


Figure 6: Conception de la partie matérielle.

Notre système de suivi est basé sur un microcontrôleur à faible consommation et qui dispose de plusieurs protocoles de communication comme UART, SPI et I2C pour se connecter au module GPRS/GPS. Lorsque le GPS est allumé, les satellites GPS diffusent les signaux et les récepteurs GPS utilisent les signaux et certains calculs pour fournir périodiquement des informations comme la latitude et la longitude, la communication se fait via l'interface UART et lorsque les données sont reçues, le microcontrôleur les analyse, en vérifie la validité et en extrait les informations nécessaires. Une fois que ce microcontrôleur a rassemblé les données nécessaires, il crée une requête HTTP et l'envoie en utilisant le module GSM/GPRS qui est un modem qui utilise les commandes GSM AT pour communiquer avec le microcontrôleur.

Comme le montre la figure 7 l'algorithme dans le microcontrôleur sera implémenté de la forme suivante :

Dans une première étape on va initialiser les modules GPS et GSM ainsi les variables nécessaires, puis on va vérifier la disponibilité des modules GPS et GSM si ils ne sont pas disponibles on va refaire cette opération jusqu' ils seront disponibles ensuite nous obtiendrons les coordonnées depuis les satellites si ces coordonnées sont mises à jour alors nous enverrons les données au serveur via le modem GSM et revenons vers l'étape de la vérification du GPS.

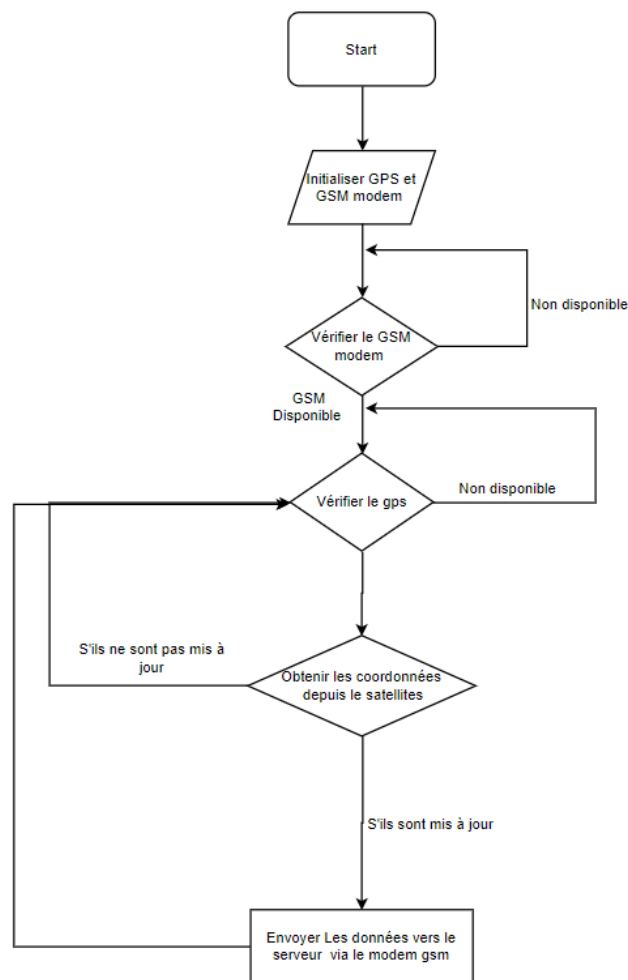


Figure 7: Organigramme de l'algorithme dans le microcontrôleur

4.3.2 Partie logicielle :

Le serveur traite la demande de publication reçue par le système de suivi, il récupère la position et puis la stocke dans la base de données locale qui est contrôlée. Les données sont demandées périodiquement via une page Web ou application mobile de l'utilisateur à l'aide du protocole HTTP, puis les données sont renvoyées au format JSON et mappées dans une carte géographique.

La figure 8 montre clairement l'architecture de cette partie :

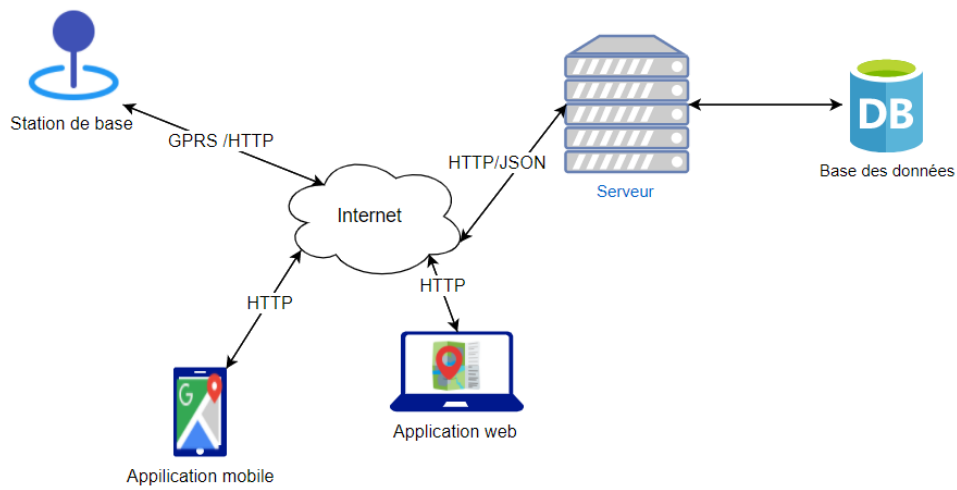


Figure 8: Conception de la partie logicielle

Conclusion :

Nous avons vu dans ce chapitre l'analyse qui va nous servir pour mieux comprendre le système et les besoins. Elle nous a fourni des lignes directrices pour Construire notre solution, une conception technique sur laquelle on va se baser pour créer notre système.

Chapitre 3 : Réalisation

Ce chapitre aborde la mise en œuvre et la réalisation, en présentant les outils de réalisation ainsi que le travail réalisé.

5 Solutions matérielles :

5.1 Microcontrôleur

Comme microcontrôleur nous allons choisir d'utiliser pour notre premier prototype est l'Arduino Nano, ses spécifications satisfont mon besoin pour ce projet. Il peut fonctionner à une fréquence allant jusqu'à 16Mhz, il peut passer dans différents modes de veille, il dispose de suffisamment de périphériques GPIOs et UART-I2C-ADC qui sont les seuls nécessaires pour cette application [7].

5.1.1 Pourquoi l'Arduino nano ?

Le Nano, contrairement à d'autres microcontrôleurs, ne peut pas se connecter aux blindages Arduino, mais il possède des en-têtes à broches qui le rendent utile pour le prototypage de maquettes ou dans les circuits imprimés avec l'utilisation d'un socket. Souvent, les cartes Arduino Nano sont l'option de carte Arduino la moins chère disponible, ce qui les rend rentables pour les grands projets et sa taille la rend excellente pour l'intégration dans des projets qui nécessitent un petit facteur de forme.

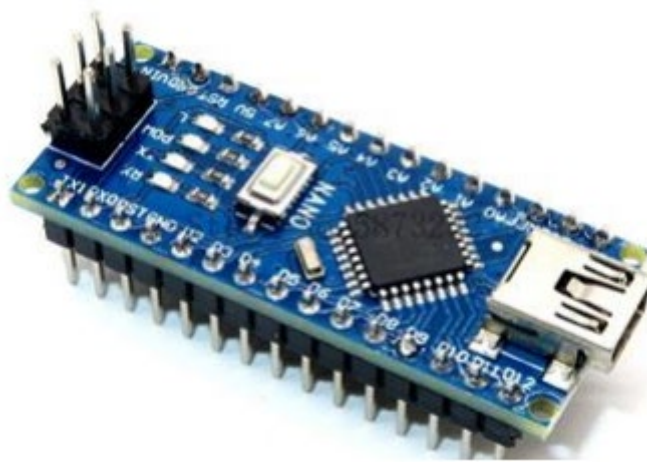


Figure 9:Arduino Nano

5.2 Module GPS

Le choix de ce module dépendait de l'espace et de la puissance nécessaires, de son prix et aussi de sa disponibilité sur le marché aliexpress. Le choix s'est donc porté sur le module NEO-6M Enhanced [8].

5.2.1 Pourquoi NEO-6M GPS ?

Il peut suivre jusqu'à 22 satellites sur 50 canaux et atteint le plus haut niveau de sensibilité de l'industrie, à savoir -161 dB de suivi, tout en ne consommant que 45 mA de courant d'alimentation. Contrairement aux autres modules GPS, il peut effectuer jusqu'à 5 mises à jour de localisation par seconde avec une précision de position horizontale de 2,5 m. Aussi le module GPS NEO-6M est un récepteur GPS complet et performant avec une antenne en céramique intégrée de 25 x 25 x 4 mm, qui offre une forte capacité de

recherche par satellite. Avec les indicateurs d'alimentation et de signal, on peut surveiller l'état du module.



Figure 10: Module GPS Neo-6M Enhanced

5.3 Module GSM/GPRS

SIM800L est une solution complète GSM/GPRS quadri-bande de type LGA qui peut être embarquée dans les applications client. SIM800L prend en charge le quadri-bande 850/900/1800/1900 MHz, il peut transmettre des informations vocales, SMS et de données avec une faible consommation d'énergie [9].

5.3.1 Pourquoi SIM800L ?

SIM800L est basé sur un nouveau chipset par rapport à SIM900. SIM800 est définitivement une amélioration par rapport à SIM900/SIM900A car il souffre moins du problème de blocage du modem par rapport à SIM900. Un avantage est que le modem est presque compatible broche à broche pour la plupart des applications et suit la même liste de commandes AT pour les applications courantes.



Figure 11: Module GSM SIM 800L

5.4 Taille du matériel

Le choix du matériel c'est aussi principalement fait sur le critère de sa petite taille et sa portabilité pour permettre une manipulation et la réalisation d'une maquette adéquate à l'utilisation dans tout environnement.

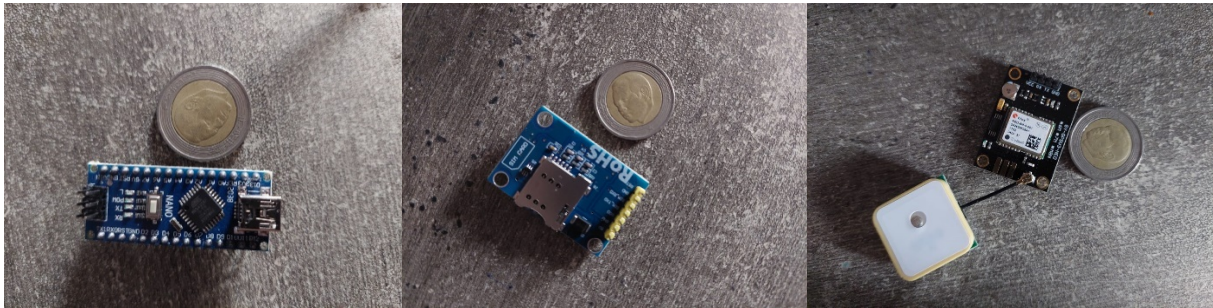


Figure 12: Comparaison de la taille du matériel

5.5 Design du circuit :

Les figures suivantes présentent le circuit adopté avant et après réalisation sur le plan réel :

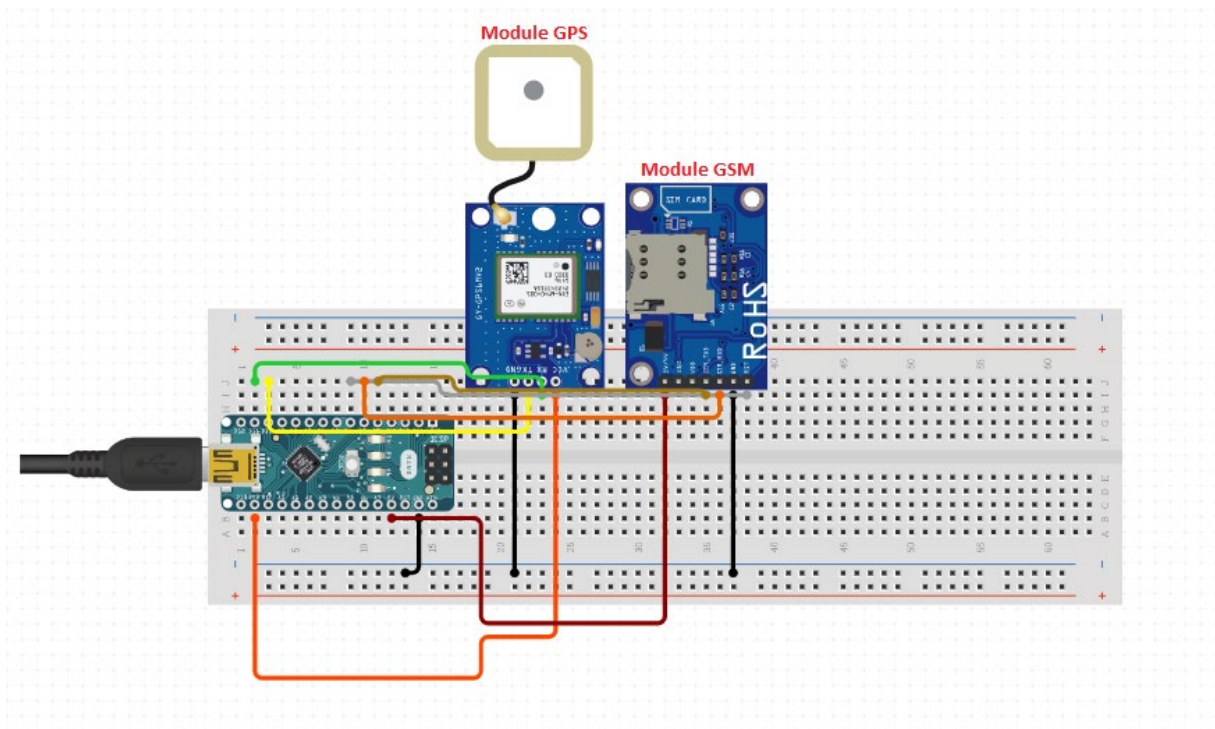


Figure 13: Maquette virtuel du circuit

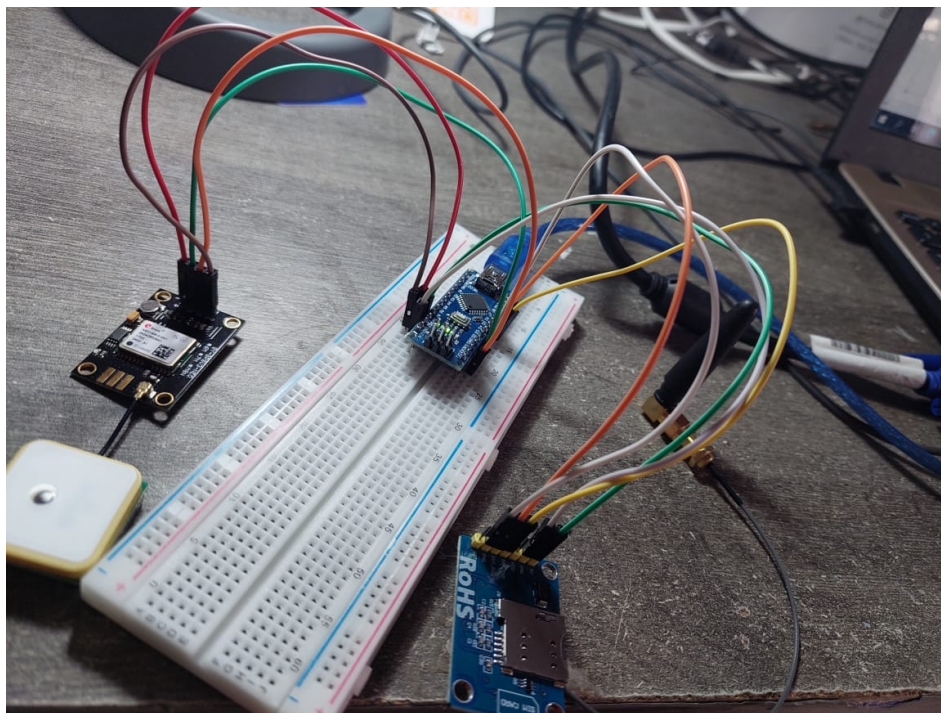


Figure 14:Circuit sur le pan réel

5.6 Le Protocole UART :

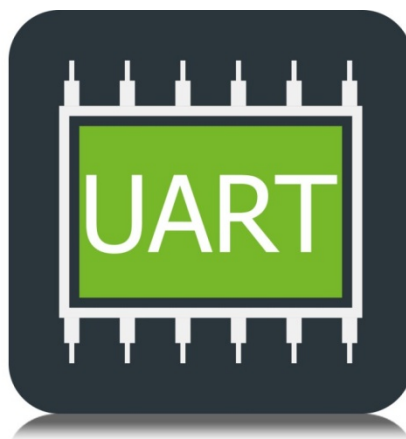


Figure 15:Le protocole UART

UART signifie Universal Asynchronous Receiver Transmitter. L'objectif principal d'un UART est de transmettre et de recevoir des données série. UART a été développé par Gordon Bell chez Digital Equipment Corporation dans les années 1960. Les UART sont utilisés dans les automobiles, les cartes à puce et les cartes SIM dans lesquelles ils sont généralement intégrés dans des puces de microcontrôleur. Dans la communication UART, l'UART de transmission convertit les données parallèles en forme série, les transmet en série à l'UART de réception, qui reconvertit ensuite les données série en données parallèles. Seuls deux fils sont nécessaires pour transmettre les données entre les deux UART. Les bits de données UART sont envoyés un par un, du LSB au MSB, encadrés par des bits de démarrage et d'arrêt pour gérer avec précision la synchronisation dans le canal de communication [12].

5.7 Les avantages du Protocole UART :

UART est l'une des techniques de communication série les plus simples et les plus couramment utilisées. Aujourd'hui, UART est utilisé dans de nombreuses applications telles que les récepteurs GPS, les modules Bluetooth, les modems GSM et GPRS, les

systèmes de communication sans fil, les applications RFID, etc. et parmi ses avantages :

- Ne nécessite que deux fils pour la transmission de données en duplex intégral (à l'exception des lignes électriques).
- Pas besoin d'horloge ou de tout autre signal de synchronisation.
- Le bit de parité garantit que la vérification d'erreur de base est intégrée dans la trame du paquet de données.

6 Solutions Logicielles

6.1 Vision générale du système

Le serveur traite la demande de publication reçue par le système de suivi, il récupère la position puis la stocke dans la base de données locale qui est contrôlée par l'API NeDB. Les données sont demandées périodiquement via la page Web de l'utilisateur à l'aide du protocole HTTP, puis les données sont renvoyées au format JSON et mappées dans la carte Leaflet en temps réel.

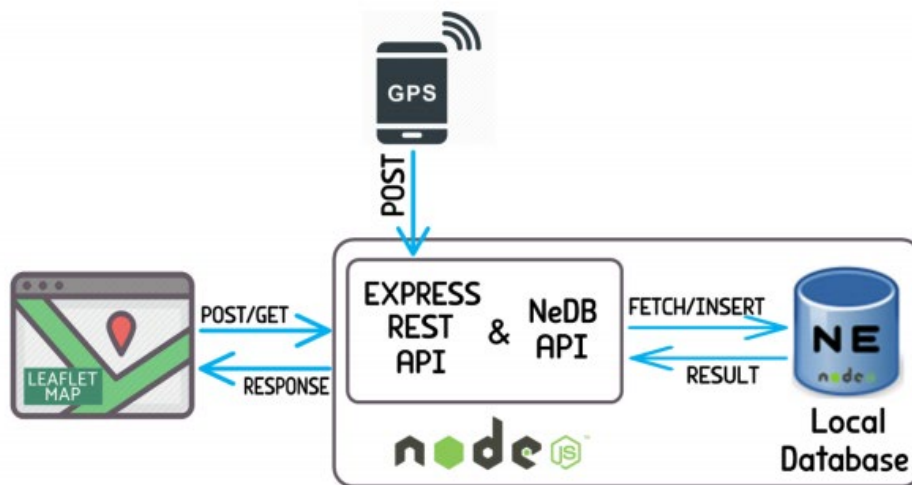


Figure 16:Fonctionnement général du système

6.2 Les outils :

6.2.1 Leaflet Map :



Figure 17:Leaflet map

Leaflet est une bibliothèque JavaScript open source utilisée pour créer des applications de cartographie Web. Lancé pour la première fois en 2011, il prend en charge la plupart des plates-formes mobiles et de bureau, prenant en charge HTML5 et CSS3. Parmi ses utilisateurs figurent FourSquare, Pinterest et Flickr. Leaflet permet aux développeurs sans arrière-plan SIG d'afficher très facilement des cartes Web en mosaïque hébergées sur un serveur public, avec des superpositions en mosaïque facultatives. Il peut charger des données d'entités à partir de fichiers GeoJSON, les

styliser et créer des couches interactives, telles que des marqueurs avec des fenêtres contextuelles lorsque vous cliquez dessus. Il est développé par Vladimir Agafonkin, qui a rejoint Mapbox en 2013 [5].

6.2.2 Node.js :



Figure 18:Node js

Node.js est une plateforme logicielle libre en JavaScript, orientée vers les applications réseau événementielles hautement concurrentes qui doivent pouvoir monter en charge. Elle utilise la machine virtuelle V8, la librairie libuv pour sa boucle d'événements, et implémente sous licence MIT les spécifications CommonJS. Parmi les modules natifs de Node.js, on retrouve http qui permet le développement de serveur HTTP. Il est donc possible de passer de serveurs web tels que Nginx ou Apache lors du déploiement de sites et d'applications web développés avec Node.js. Concrètement, Node.js est un environnement bas niveau permettant l'exécution de JavaScript côté serveur [1].

6.2.3 Protocole http :



Figure 19:Protocole http

L'HyperText Transfer Protocol (HTTP, littéralement « protocole de transfert hypertexte ») est un protocole de communication client-serveur développé pour le World Wide Web. HTTPS (avec S pour sécurisée, soit « sécurisé ») est la variante sécurisée par l'usage des protocoles Transport Layer Security (TLS). HTTP est une application de protocole de la couche. Il peut fonctionner sur n'importe quelle connexion fiable, dans les faits sur l'utilisation du protocole TCP comme couche de transport. Un serveur HTTP utilise alors par défaut le port 80 (443 pour HTTPS). Les clients HTTP les plus connus sont les navigateurs Web permettant à un utilisateur d'atteindre un serveur contenant les données. Il existe aussi des systèmes pour récupérer automatiquement le contenu d'un site tel que les aspirateurs de site Web ou les robots d'indexation [6].

6.2.4 Express.js :



Figure 20:Express.js

Express.js est un Framework pour construire des applications web basées sur Node.js². C'est de fait le Framework standard pour le développement de serveur en Node.js³. L'auteur original, TJ Holowaychuk, le décrit comme un serveur inspiré de Sinatra⁴ dans le sens qu'il est relativement minimaliste tout en permettant d'étendre ses fonctionnalités via des plugins [11].

6.2.5 JSON :



Figure 21:JSON

JSON (JavaScript Object Notation) est un format d'échange de données léger. Il est facile pour les humains de lire et d'écrire. Il est facile pour les machines d'analyser et de générer. Il est basé sur un sous-ensemble de la norme de langage de programmation JavaScript ECMA-262 3e édition - décembre 1999. JSON est un format de texte totalement indépendant du langage mais qui utilise des conventions familières aux programmeurs de la famille des langages C, y compris C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python et bien d'autres. Ces propriétés font de JSON un langage d'échange de données idéal [10].



Figure 22:NeDB

NeDB est un SGBD de documents embarqué léger écrit en JavaScript. Il prend en charge Node.js, nw.js, Electron et environnements de navigateur Web. Il est conçu pour être partiellement compatible avec l'API de requête basée sur JSON de MongoDB. NeDB est utile pour stocker de petites quantités de données dans la mémoire. Lorsque la quantité de données dépasse les limites de ce que NeDB peut contenir efficacement, le passage à MongoDB est censé être simple car il utilise la même API [4].

6.2.7 HTML :



Figure 23:HTML

Le langage de balisage HyperText, généralement abrégé HTML ou dans sa dernière version HTML5, est le langage de balisage conçu pour afficher les pages web. Ce langage permet :

- d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom,
- de structurer sémantiquement la page,
- de mettre en forme le contenu,
- de créer des formulaires de saisie,
- d'inclure des ressources multimédias dont des images, des vidéos, et des programmes informatiques,
- de créer des documents interopérables avec des équipements très variés de manière conforme aux exigences d'accessibilité du web.

Il est souvent utilisé avec le langage de programmation JavaScript et des feuilles de style en cascade (CSS). HTML est inspiré du langage SGML (Standard Generalized Markup Language). Il s'agit d'un format ouvert.



Figure 24:CSS

Les feuilles de style en cascade¹, généralement appelées CSS de l'anglais Feuilles de style en cascade, forment un langage informatique qui décrit la présentation des documents HTML et XML. Les normes définissant CSS sont publiées par le World Wide Web Consortium (W3C). Introduit au milieu des années 1990, CSS devient couramment utilisé dans la conception de sites web et bien pris en charge par les navigateurs web dans les années 2000.

6.2.9 Javascript :



Figure 25:Javascript

JavaScript (souvent abrégé en « JS ») est un langage de script léger, orienté objet, principalement connu comme le langage de script des pages web. Mais il est également utilisé dans de nombreux environnements extérieurs aux navigateurs Web tels que Node.js, Apache CouchDB ou Adobe Acrobat. Le code JavaScript est interprété ou compilé à la volée (JIT). C'est un langage à objets utilisant le concept de prototype, doté d'un typage faible et qui permet de programmer suivant plusieurs paradigmes de programmation : fonctionnelle, impérative et orientée objet. Apprenez-en plus sur JavaScript [3].

6.2.10 Java :



Figure 26:Java

Java est un langage de programmation orienté objet de haut niveau, basé sur des classes, conçu pour avoir le moins de dépendances d'implémentation possible. Il s'agit d'un langage de programmation à usage général destiné à permettre aux développeurs d'applications d'écrire une fois, s'exécuter n'importe où, ce qui signifie que le code Java compilé peut s'exécuter sur toutes les plates-formes prenant en charge Java sans avoir besoin de recompilation.

6.2.11 Android Studio :



Figure 27:Android Studio

Android Studio est l'environnement de développement intégré (IDE) officiel pour le système d'exploitation Android de Google, construit sur le logiciel IntelliJ IDEA de JetBrains et conçu spécifiquement pour le développement Android [2].

6.2.12 Google Map API :



Figure 28:Google Map API

Google Map propose une API qui permet d'intégrer des cartes sur des sites Web tiers et propose un localisateur pour les entreprises et autres organisations dans de nombreux pays du monde. Il permet d'ajouter une carte interactive à votre site ou application avec une simple requête HTTP.

7 Réalisation :

7.1 Démonstration du Résultat sur l'application web :

7.1.1 Interface d'accueil de l'application web:

La page d'accueil contient une entrée pour définir ID de la véhicule a suivre , une carte géographique initialement vide et 3 boutons le premier porte le titre « suivi de la véhicule » il permet de faire un suivi de la véhicule et visualiser en temps réelle sa position sur la carte géographique ainsi le chemin parcouru par cette dernière, le deuxième bouton sert pour arrêter le suivi, le troisième sert a afficher l'historique des données dans un tableau.

Où est mon véhicule ?

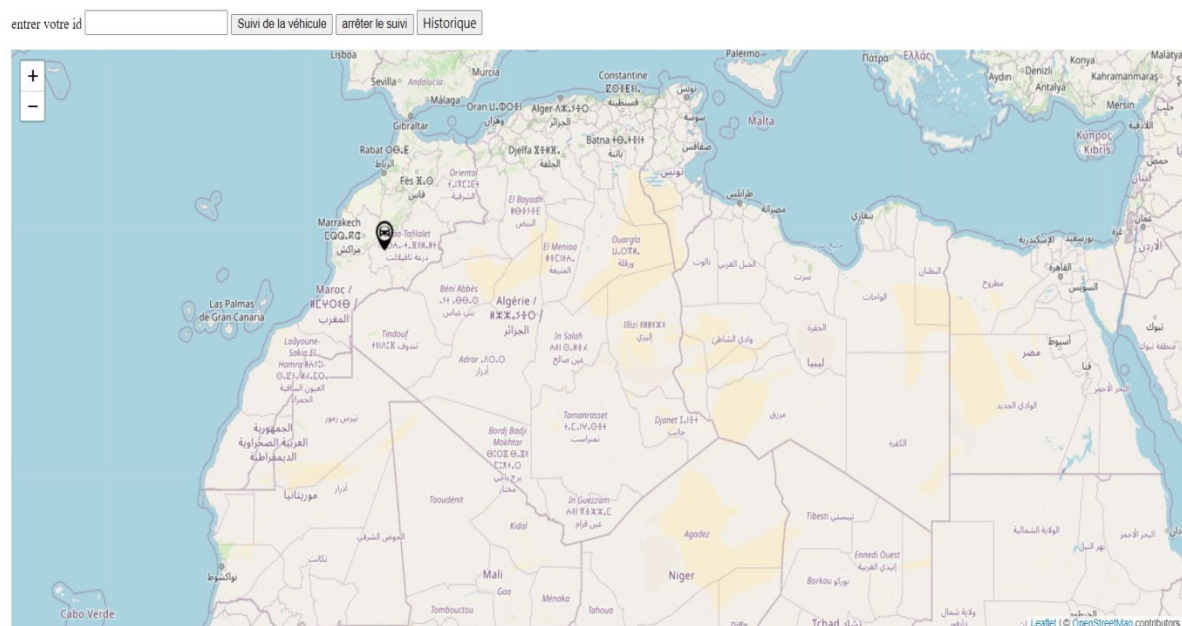


Figure 29:Interface d'accueil de l'application web

7.1.2 Démonstration de la fonctionnalité du bouton "suivi du véhicule":

Lorsque l'utilisateur entre son identifiant et clique sur le bouton « suivi du véhicule » cet identifiant sera envoyé en utilisant la requête POST HTTP au serveur dans le Cloud et ensuite le serveur répondra en fournissant les données disponibles de cet identifiant y compris sa position actuelle de son véhicule et enfin cette position et ces données seront affichées sur la carte géographique comme le montre la figure ci-dessous.

Où est mon véhicule ?

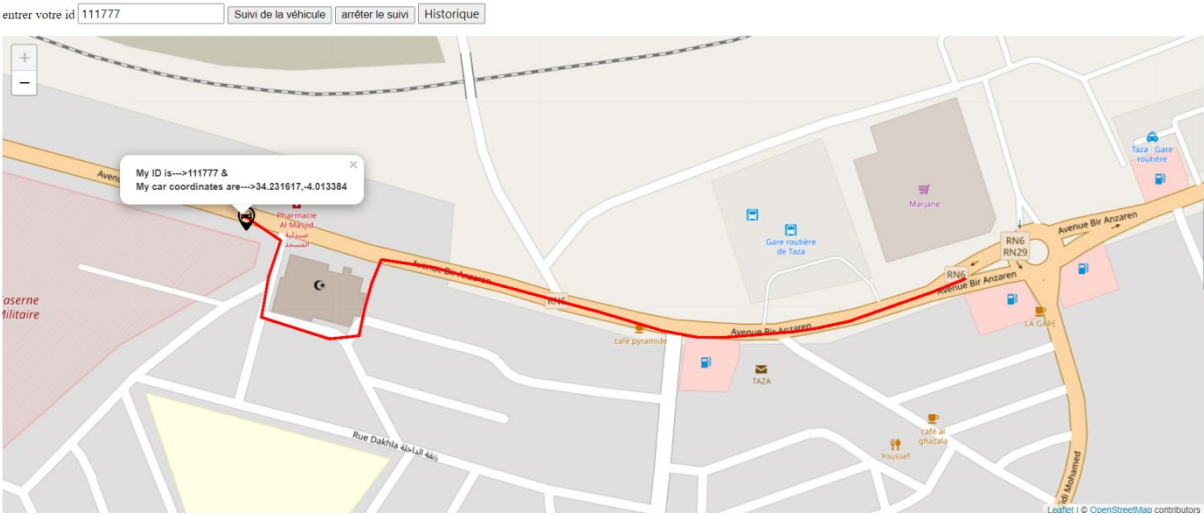


Figure 30:Démonstration de la fonctionnalité du bouton "suivi véhicule"

7.1.3 Démonstration de la fonctionnalité du bouton "Historique":

Les mêmes étapes que le bouton précédent Les données seront affichées dans un tableau comme le montre la figure ci-dessous.

Où est mon véhicule ?

entrer votre id

id	lat	longt	date	time	timestamp	_id
111777	34.231263	-4.008537	06/24/2021	14:42	1624740061565	O2soi4N123AkBzs9
111777	34.231228	-4.008631	06/24/2021	14:42	1624740104595	cUkMI5M9IORUFCTn
111777	34.231188	-4.008762	06/24/2021	14:43	1624740144152	P5DDgkdiYqsy3el3
111777	34.231146	-4.008912	06/24/2021	14:43	1624740153715	fi2kUqQw7WglXiQB
111777	34.231095	-4.009084	06/24/2021	14:43	1624740168978	a95Dk0Xn6BEYx8ge
111777	34.231028	-4.009312	06/24/2021	14:43	1624740177938	kvDBmc7gokhgZGiA
111777	34.230988	-4.00954	06/24/2021	14:43	1624740187192	3EUuTC6xu8pLisc8
111777	34.23097	-4.009682	06/24/2021	14:44	1624740195604	v0ZwTCd6gjpLxO4a
111777	34.230946	-4.009961	06/24/2021	14:44	1624740203481	oY00buF2lcH6qowv
111777	34.230939	-4.010146	06/24/2021	14:44	1624740212176	8YI9HD9RrSmsvJt5
111777	34.230939	-4.010328	06/24/2021	14:44	1624740220724	rkGfrj20NqBQ8JSB
111777	34.230974	-4.010564	06/24/2021	14:45	1624740229379	cK6h7qRlTe13aRPm
111777	34.231021	-4.010752	06/24/2021	14:45	1624740237144	yAgKODqEZnwQLYDN
111777	34.231079	-4.010999	06/24/2021	14:45	1624740246427	7jGzqWbuQvjVm7tO
111777	34.231137	-4.011265	06/24/2021	14:46	1624740254419	9X6J8EG4G83IFzqF
111777	34.231181	-4.011474	06/24/2021	14:46	1624740263016	ggdx5nBsCFDWEvGM
111777	34.23123	-4.011678	06/24/2021	14:46	1624740271184	JnExgUu1mf7tegcv
111777	34.231325	-4.012099	06/24/2021	14:46	1624740280255	yyUTK3aHHEIfUfg6
111777	34.231369	-4.012453	06/24/2021	14:47	1624740289258	4JetZskqQpXOAZQs
111777	34.231238	-4.012517	06/24/2021	14:47	1624740297039	WOg5Z5Fxc9trLt0L
111777	34.231098	-4.012565	06/24/2021	14:47	1624740305232	bNOW6xO2ZlpW8Vks
111777	34.230945	-4.012603	06/24/2021	14:47	1624740313955	0Ctu5yBUxACjCtY
111777	34.230929	-4.012799	06/24/2021	14:48	1624740322429	l8CEtiTNHgsnCVnE

Figure 31:Démonstration de la fonctionnalité du bouton "Historique"

7.2 Démonstration du Résultat sur l'application mobile :

7.2.1 Interface d'accueil de l'application mobile :

Cette interface contient une carte géographique développé en se basant sur l'API du Google Map cette carte est initialement vide jusqu'à l'utilisateur entre identifiant de sa véhicule l'interface contient aussi un bouton « suivi » afin de suivre la véhicule en utilisant identifiant inséré par l'utilisateur.

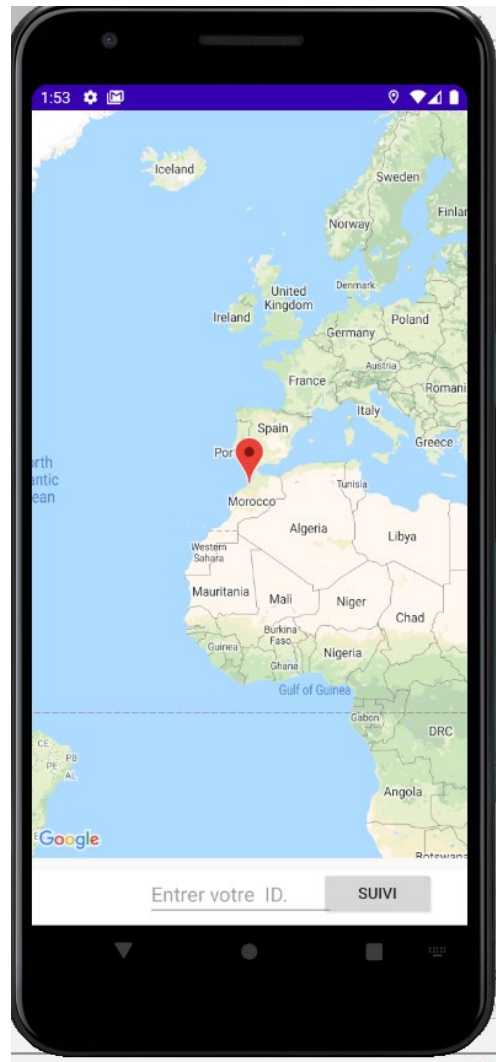


Figure 32:Interface d'accueil de l'application mobile .

7.2.2 Démonstration de la fonctionnalité du bouton "suivi":

De la même manière que l'application web lorsque l'utilisateur entre son identifiant et clique sur le bouton suivi cet identifiant sera envoyé en utilisant la requête POST HTTP au serveur dans le Cloud et ensuite le serveur répondra en fournissant les données disponibles de cet identifiant y compris sa position actuelle de son véhicule et enfin cette position et ces données seront affichées sur la carte géographique de Google comme le montre la figure ci-dessous.

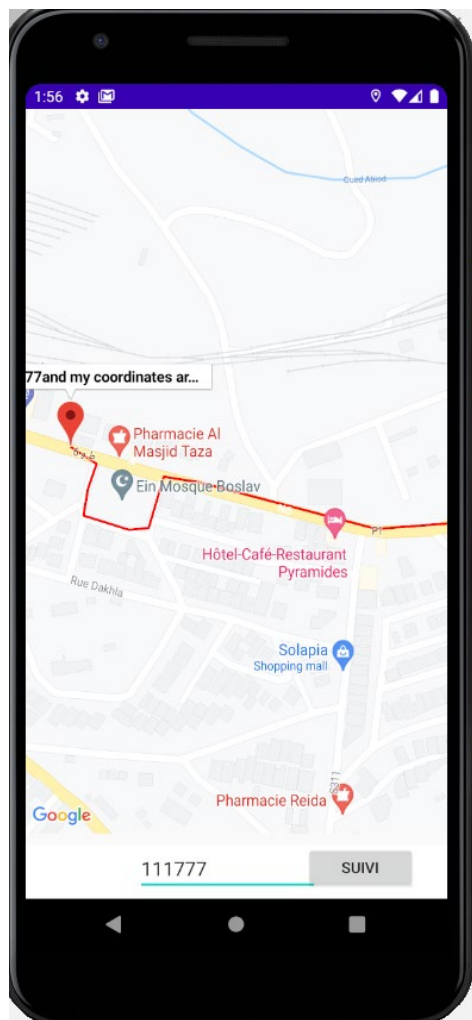


Figure 33:Démonstration de la fonctionnalité du bouton "suivi"

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur les outils utilisé pour élaborer ce système, l'architecture d'application web et mobile ainsi la réalisation.

Conclusion générale :

Dans notre projet, nous avons conçu et développé un système de suivi des véhicules flexible, personnalisable et exact. Le module GSM a été configuré et nous avons testé et mis en œuvre le système de suivi pour surveiller la position du véhicule en ligne soit via application web ou bien sur application mobile. Pour afficher la position sur la carte géographique, nous avons utilisé différents API comprenant Google map API. L'Arduino nano est le cerveau du système et le module GSM est contrôlé par des commandes AT qui permettent la transmission de données sur le réseau GSM tandis que le GPS fournit les données de localisation. Chaque fois que le GPS reçoit une nouvelle donnée, il est mis à jour dans la base de données et nous pouvons donc voir l'emplacement sur la carte Google.

Le système de suivi des véhicules présente des bénéfices importants. Il est utilisé dans la sûreté et la sécurité, une meilleure communication, des risques réduits, peut diminuer les crimes. Dans les prochains jours, il va jouer un rôle majeur. Il est important de l'utiliser dans les grandes villes et le nouveau système est plus sûr que l'ancien. Le système est plus utile en affichant des informations de base sur le véhicule et les numéros d'urgence ajoutés pour augmenter la sécurité. Le GPS a également des paramètres comme une fuite de gaz du véhicule ou une surchauffe du gaz à signaler. Il change la vie de la société. Le système que nous avons appris peut localiser la position, non seulement dans les véhicules mais aussi dans tout autre appareil pour détecter les activités criminelles et améliorer la sécurité dans la vie de chacun. Il est également utile pour les entreprises pour suivre les informations. Il est utile pour nous d'apprendre à améliorer le système GPS afin que les entreprises ou la personne puissent se le permettre et se sentent en sécurité.

Ce projet nous a permis de développer nos compétences techniques, d'approfondir nos connaissances théoriques et pratiques, de stimuler un esprit d'initiative et de créativité, et notamment dans le domaine de développement des systèmes embarqués et IOT. Il nous a donné la méthode compter sur soi pour résoudre les problèmes au cas où ils se présentent, comment être professionnels dans notre travail, comment être attentifs aux indications de notre encadrante, comment être bien organisés pour accomplir dans les meilleurs délais, et meilleures conditions les tâches qui nous sont confiées. Ce projet nous a donné l'occasion de faire le lien entre les connaissances académiques, notamment en JAVA, réseau, multithreading, programmation embarquée, programmation web et Mobile, Base de Données et le monde professionnel.

Il peut y avoir beaucoup de travail à l'avenir sur ce système. L'une des principales améliorations apportées est l'évolutivité du système. L'évolutivité doit être considérée en nombre de véhicules que le système surveillé en même temps et les performances du système concernant cette capacité. Aussi, nous prévoyons d'intégrer d'autres dispositifs dans un véhicule tels que des capteurs. Les capteurs signaler les informations sur l'état du véhicule à notre serveur, qui peut être utile pour le traitement de l'information et pour le suivi intelligent la gestion. Sur l'aspect logiciel le système peut être amélioré sur la présentation des données sur la carte et sur la personnalisation du système (pour chaque utilisateur).

Bibliographie

- [1] <https://nodejs.org/en/docs/>
- [2] <https://developer.android.com/docs>
- [3] <https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/JavaScript>
- [4] <https://github.com/louischatriot/nedb>
- [5] <https://leafletjs.com/reference-1.7.1.html>
- [6] <https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/HTTP>
- [7] <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf>
- [8] <https://lastminuteengineers.com/neo6m-gps-arduino-tutorial/>
- [9] [https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet SIM800L.pdf](https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf)
- [10] <https://www.json.org/json-en.html>
- [11] <https://expressjs.com/fr/>
- [12] <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/uart-a-hardware-communication-protocol.html#>