REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté de **T**echnologie

Département du **G**énie **E**lectrique

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Electronique

Spécialité : Instrumentation

Conception et réalisation d'un système d'IoT pour la gestion des camions de transport des carburants de NAFTAL

Présentés par :

Bendamardji Sofiane

Proposés et Dirigés par :

Dr. Benyezza Hamza

Dr. Bouhedda Mounir

Promotion 2022

Travail préparé au sein du Laboratoire des Systèmes Électroniques Avancés (LSEA) de l'Université de Médéa, ALGÉRIE

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail a ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverai jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A mes chers parents

A mon cher père Riad, Malgré les grandes responsabilités que tu assumes dans tes travaux autant que père de famille, tu as toujours été près de moi, pour m'écouter, me soutenir, me suivre et m'encourager, tu es et restera mon précieux offre de Allah, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection car ce modeste travail est le fruit de touts les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime Papa.

A Ma chère mère Latifa, Tu as su porter pour moi les soins et consentir les efforts pour mon éducation .Aucune dédicace ne saurait exprimer tout le respect et l'amour que je te porte, tu m'as toujours fait confiance. Trouves en ce travail la consolation et le témoin de la patience. JE t'aime Maman.

A mes chers amis

A mes amis Hakim, Karim, Achraf ,Djalil , Djeloul, Dahmane,Tajo et Taki ,Je vous réserve la plus grande partie de ce travail. Vous avez toujours été pour moi d'une aide précieuse. Je vous remercie pour tous les bienfaits que chacun a pu faire pour moi,
A Sekat je ne peux trouver les mots justes et sincères pour t'exprimer mon affection et mes pensées en témoignages des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble je te dédie ce travail et je te souhaite une vie pleine de santé et de bonheur

A ma famille

A mon frère Mahrez et Zoubir et mes chères sœur Ilham et Hadjer Puisse Dieu vous donner santé, bonheur, courage et surtout réussite
A le reste de ma famille : Mes grands parents mes tantes et cousins Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements je cous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le tout puissant vous garde et vous procure santé et bonheur

Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Dr Benyezza Hamza, je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant ma préparation de ce mémoire.

Mes remerciements s'adressent à Dr Bouhedda Mounir pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.

Mes remerciements s'adressent également à tous mes professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnels.

ملخص:
الغرض من هذا المشروع هو تصميم وتنفيذ نظام إدارة و مراقبة شاحنات نقل وقود نافتال باستخدام إنترنت أشياء يعتمد النظام على بطاقة إلكترونية.(8266SPE McuNode) مثبتة في شاحنة متصلة بالمكونات الإلكترونية (GPS, المضخة, مقياس التدفق, مستشعر المستوى و الصمام اللولبي) يجعل من الممكن نقل المعلومات المختلفة (الوضع الحالي ,مستوى الوقود وكمية الوقود الموزعة وما إلى ذلك) إلى غرفة التحكم عبر بروتوكول MQTT . على مستوى غرفة التحكم, تم تطوير نظام واجهة الإنسان والآلة (HMI) الخاص بشركة Red التابعة لIBM

مما يسمح للمسئول بتتبع مسار الشاحنة, مراقبة مستوى الوقود و التحكم في كمية الوقود التي سيتم صرفها تظهر نتائج الاختبار نجاح نظام المقترح.

الكلمات المفتاحية: انترنت الأشياء,MQTT NodeRed,NodeMcu ESP8266

Résumé
Le but de ce projet est la conception et l'implémentation d'un système de gestion et surveillance des camions de du transport des carburants de NAFTAL en utilisant l'internet des objets. Le système basé sur une carte électronique (NodeMCU ESP8266) installé dans le camion et connecté aux composants électroniques (GPS, capteur de niveau, débitmètre, pompe et électrovanne) permet de transférer les différentes informations (position actuelle, niveau du carburant, quantité du carburant distribué, etc.) à la salle de contrôle via protocole MQTT. Au niveau de salle de control, une interface Homme-Machine (IHM) basé sur le serveur Node-RED d'IBM a été développé, permettant à l'administrateur de suivi la trajectoire du camion, superviser le niveau du carburant et contrôler la quantité du carburant à distribuer. Les résultats de tests montrent la réussite du système proposé.

Mots clés : NodeMcu ESP8266, Node-Red, MQTT, Internet des objets

Abstract

The aim of this project is the design and implementation of a management and monitoring system for NAFTAL is fuel transport trucks using the Internet of Things. The system based on an electronic board (NodeMCU ESP8266) installed in the truck and connected to electronic components (GPS, level sensor, flow meter, pump and solenoid valve) allows to transfer the different information (current position, fuel level, quantity of fuel dispensed, etc.) to the control room via MQTT protocol. At the control room, a Human Machine Interface (HMI) based on IBM is Node-RED server has been developed, allowing the administrator to track the truck is trajectory, supervise the fuel level and control the amount of fuel to be dispensed. Test results show the success of the proposed system.

Keywords: NodeMCU ESP8266, Node-RED, MQTT, Internet of things.

Tables des matières

Dédicaces **I**
Remerciements **II**
Résumé **III**
Tables des matières **IV**
Listes des abréviations **VII**
Listes des figures **VIII**
Liste des Tableaux **XI**
Introduction Générale **1**

Chapitre I : Concepts fondamentaux de l'Internet des objets Et les objets connectés

1	Introduction	4
2	Internet of Things (IOT)	
2.1	Definition	4
2.2	Histoire de l'IoT	5
2.3	Importance d'IoT	6
2.4	Domaines d'application de L'Iot	7
2.4.1	Villes intelligentes (smart cities)	8
2.4.2	Industrie	9
2.4.3	Agriculture Intelligente	10
2.4.4	Domotique	11
2.4.5	Santé (Smart Health)	12
2.4.6	Transport et logistique intelligente	13
2.4.6.1	Définition du transport	13
2.4.6.2	Divers moyens de transport	17
2.4.6.3	Transport de la matière dangereuse	17
2.4.6.4	Les principaux risques liés aux matières dangereuses	18
2.4.6.5	ORGANISATION du NAFTAL	19
2.4.6.5.1	PRESENTATION DE LA BRANCHE CARBURANTE	19
2.4.6.6	Réglementation du transport de matières dangereuses	20
2.4.6.7	Identification d'un véhicule	21
2.4.6.8	Camion connecte	23
2.5	Technologies de l'internet des objets	24
2.5.1	RFID (Radio Frequency Identification)	25
2.5.2	Capteurs	25
2.5.3	Zigbee	25
2.5.4	WSN (Wireless Sensor Network)	25
2.5.5	Bluetooth Low Energy (BLE)	26
2.5.6	M2M (Machine to Machine)	26
2.6	« couches » de l'IoT	26
3.	objet connecté	27
3.1	Propriétés d'usage d'un OC	28
3.2	Caractéristiques d'un objet connecté	28

4 Conclusion 29

Chapitre 02 : Présentation des Moyens Hardware et Software Utilisés

1	Introduction	31
2	Software	31
2.1	Outil de développement (Nodered)	31
2.1.1	C'est quoi le NodeRed ?	31
2.1.2	Composition de NodeRed	32
2.1.3	Environnement de Node-Red	36
2.2	Protocole MQTT	37
2.2.1	Introduction	37
2.2.2	Message Queuing Telemetry Transport	39
2.2.3	Mode de fonctionnement	41
2.2.4	Topologies MQTT	41
2.2.5	Avantages du protocole	42
2.2.6	Composants du protocole MQTT	43
2.2.6.1	Client	43
2.2.6.2	Broker	43
2.2.6.3	topic	45
2.2.7	Utilisations de MQTT	45
2.2.8	Fonctionnement	46
2.2.8.1	Connexion et Déconnexion	46
2.2.8.2	Abonnements et Publications	46
2.2.8.3	Authentifications	47
2.2.8.4	Communications	47
2.2.8.5	Terminaisons	48
2.2.9	Comparaison du protocole MQTT	48
3	Hardware	49
3.1	NodeMCU ESP8266	49
3.1.1	Présentation	49
3.1.2	Comparaison de quelques modèles de microcontrôleurs avec NodeMCU	51
3.1.3	Avantages du NodeMcu	52
3.1.4	Brochage du NodeMCU ESP8266	52
3.1.4	Caractéristiques du NodeMcu	53
3.1.5	Mise sous tension du module	54
3.2	GPS	54
3.2.1	Module NEO-6M GPS	54
3.3	Débitmètre	56
3.3.1	Présentation du débitmètre	56
4	conclusion	56

Chapitre 03 : Réalisation pratique

1	Introduction	58
2	Cahier des charges	58
2.1	Sécurité	58
2.1.1	Sécurité de cargaison	58
2.1.2	Surveillance du Trajectoire	59

2.2.	Protocole de communication	59
2.2.1	Collecte de données a distance	59
2.2.2	Contrôle à distance	59
2.3	Interface homme machine	59
2.4	Base de données	60
3	Fonctionnement général du système De gestion des camions de transport des carburants	60
4	Besoin matériels	62
4.1	Materiel	62
4.2	Besoin Software	63
5	Implémentation	63
5.1	Protocole de communication MQTT	63
5.2	Programmation de la carte ESP 8266	64
5.2.1	Configuration d ARDUINO SKETCH	64
5.2.2	Uploade du programme	68
5.2.2.1	Programme de capteur débitmètre	68
5.2.2.2	Programme de Module GPS NEO 6M	71
5.2.2.3	Capteur de niveau	75
5.3	Base de données	76
5.4	Interface homme machine (NodeRed)	78
5.4.1	Installation Node.Js	78
5.4.2	Installation NodeRed	78
5.4.3	Démarrage du NodeRed	79
5.4.4	Installation du NodeRed Dashboard	80
5.4.5	Programmation	81
5.4.5.1	Différents nœuds utilisé	81
5.4.5.1.1	MQTT IN	81
5.4.5.1.2	MQTT OUT	82
5.4.5.1.3	Numeric	83
5.4.5.1.4	Nœudsd’affichage « gauge » et « chart »	84
5.3.5.1.5	Les nœuds de notification	85
5.4.5.1.6	function	86
5.4.5.1.7	MySql	88
5.4.5.1.6.8	Trigger	89
5.4.5.2	Présentation d’architecture du programme	90
5.4.6	Fonctionnement	90
6	Réalisation de prototype de test	93
6.1	Réalisation de la carte	93
6.2	Réalisation du réservoir	94
6.3	Réalisation de la maquette	95
7	Tests et essais	100
8	Conclusion	108
	Conclusion générale	
	Référence Bibliographique	

Liste des abréviations

BLE: Bluetooth Low Energy.

GPIO: General Purpose Input Output.

GPS: Global Positioning System.

IDE: Integrated Development Environment.

IDO: Internet des Objets.

IHM: Interface Homme-Machine.

IOT: Internet of Things.

JSON: JavaScript Object Notation.

M2M: Machine to Machine

MQTT: Message Queuing Telemetry Transport

RFID: Radio Frequency Identification.

WSN: Wireless Sensor Network.

LISTES DES FIGURES

Chapitre 01 : Concepts fondamentaux de l'Internet des objets et des objets connectés

Figure I.1 : Illustration sur l'iot [7] 5
Figure I.2 : Applications de l'iot [18] 7
Figure I.3 : Ville intelligente [20] 9
FigureI.4 : Exemple sur l'iot industriel [21] 10
Figure I.5 : Exemple sur l'agriculture intelligente [22] 11
Figure I.6 : Exemple sur la maison intelligente [23] 12
Figure I.7 : Exemple sur la logistique intelligente [25] 15
Figure I.8 : Exemple sur la logistique intellegente2 [26] 16
Figure I.9 : Application de l'iot dans le transport [19] 16
Figure I.10 : La structure et équipement d'une citerne de transport de produits dangereux [24] 21
Figure I.11 : Identification du danger et le numéro ONU du produit transporté [24] 22
Figure I.12 : Les plaques identifiants le véhicule de transport de produits pétrolier [24] 22
Figure I.13 : Identification d'un cas de transport de plusieurs produits dangereux [24] 23
Figure I.14 : Les panneaux de signalisation de transport de produits dangereux [24] 23
Figure I.15 : Exemple d'un camion connecte [29] 24
Figure I.16 : exemple sur l'architecture de l'iot[19] 27
Figure I.17 : exemple sur les objets connectes [32] 27
Figure I.18 : Objets connectes 2 [33] 28

Chapitre 02 : Présentation des Moyens Hardware et Software Utilisés.

Figure II.1 : logo d'outil Nodered[36] 31
Figure II.2 : nœuds de NR [37] 33
Figure II.3 : composition d'un flux sur Node-Red[36] 33
Figure II.4 : nœuds de Dashboard 35
Figure II.5 : différents tableau de bord du Dashboard [39] 35
Figure II.6 : Dashboard interface [40] 36
Figure II.7 : environnement de node-red[41] 37
FigureII.8 : Google Trends pour MQTT. 39
Figure II.9 : Exemple de communication machine-à-machine suivant Le protocole MQTT. [43] 40
Figure II.10 : exemple sur communication machine-à-machine suivant Le protocole MQTT. [36] 40
Figure II.11 : Exemple sur les topologies d'un seul Publisher du MQTT[49] 42

Figure II.12 : Exemple sur les topologies de plusieurs publisher du MQTT[50] 42
Figure II.13: mosquito broker logo [51] 44
Figure II.14: Rabbitmq broker logo [52] 44
FigureII.15: EMQTT broker logo [33] 44
Figure II.16: Activemq broker logo [54] 44
Figure II.17 : Exemple du topic MQTT [55] 45
Figure II.18 : La différence entre le protocole MQTT et le protocole HTTP[56] 49
Figure II.19 : NodeMcu ESP8266 [58] 50
Figure II.20 :Comparaison de l'arduino avec le NodeMcu 50
Figure II.21 : Étude comparative de quelques modèles de microcontrôleurs [57] 51
Figure II.22 : Datasheet du NodeMCU [61] 52
FigureII.23 : Les pins d'alimentation électrique du NodeMCU ESP8266 [63] 54
Figure II.24 : Module GPS NEO 6M [64] 55
Figure II.25 : module GPS NEO 6M + Le NodeMcu ESP8266 [65] 55
Figure II.26 : Exemple sur le débitmètre d'eau [67] 56

Chapitre 03 : Réalisation pratique

Figure III.1: l'architecture globale de nsysteme proposé 60
Figure III.2 : schéma de fonctionnement de notre système 62
Figure III.3 : HIVEmq public broker 64
Figure III.4 : Interface d'Arduino IDE 65
Figure III.5 :1ère étape pour la configuration D'arduino IDE 65
Figure III.6 :2èmeétape de la configuration D'arduino IDE 66
Figure III.7 :3ème étape de la configuration D'arduino IDE 66
Figure III.8 :4ème étape de la configuration D'arduino IDE 67
Figure III.9 :5ème étape de la configuration D'arduino IDE 67
Figure III.10 : les différentes bibliothèques utilisées 68
Figure III.11 : fonctionnement de débitmètre 68
Figure III.12 : architecture interne du débitmètre 69
Figure III.13 : illustration de l'architecture du débitmètre 69
Figure III.14 :1ère ligne du programme du débitmètre 69
Figure III.15 :2ème ligne du programme du débitmètre 70
Figure III.16 : 3ème ligne du programme du débitmètre 70
Figure III.17 : 4ème ligne du programme du débitmètre 70
Figure III.18 : 5ème ligne du programme du débitmètre. 70
Figure III.19 : 6ème ligne du programme du débitmètre 71
Figure III.20 : Fonctionnement du GPS 72
Figure III.21 : Schéma qui décrit la lecture des données du GPS 73
Figure III.22 : schéma qui illustre l'extraction des données du temps 74
Figure III.23 : extraction des données de la date 74
Figure III.24 : fonctionnement du capteur Ultrason 75

FigureIII.25 : L'interface de XAMPP 76
FigureIII.26 : Création d'une base de données 77
FigureIII.27 : table camon1 77
FigureIII.28 : opération de l'installation de nodejs 78
FigureIII.29 : démarrage de NodeRed 79
FigureIII.30 : l'adresse de NodeRed 79
Figure III.31 : Interface de Node-Red 79
Figure III.32 : Installation du DashBoard 80
FigureIII.33 : Démarrage du Dashboard 80
FigureIII.34 : Les nœuds MQTT IN utilisée 81
FigureIII.35 : configuration du nœud Quantité mesurée 82
FigureIII.36 : configuration du nœud capteur de niveau 82
FigureIII.37 : nœud MQTT OUT 'ELECTROVANNE' 83
FigureIII.38 : configuration du nœud ELECTROVANNE 83
FigureIII.39 : Nœud numeric 'Quantité de référence' 83
FigureIII.40 : Configuration du nœud Quantité de référence 84
FigureIII.41 : les nœuds d'affichage 85
FigureIII.42 : Configuration du nœud Quantité mesurée 85
FigureIII.43 : configuration du nœud Niveau du carburant 85
FigureIII.44 : les nœuds de notification 86
FigureIII.45 : Configuration du nœud notification 'Etat de l'électrovanne' 86
FigureIII.46 : Configuration du nœud texte 'Etat de l'électrovanne' 87
FigureIII.47 : nœud fonction 'Quantité mesurée) 87
FigureIII.48 : Configuration du nœud fonction 'Quantité mesurée) 87
FigureIII.49 : Nœud fonction 'Quantité de référence' 87
Figure III.50: Configuration du nœud fonction 'Quantité de référence) 88
FigureIII.51 : nœud fonction (Comparaison) 88
FigureIII.52 : configuration du nœud fonction 'comparaison' 88
FigureIII.53 : Nœud de fonction 'injecter a la base de données' 88
FigureIII.54 : Configuration du nœud 'injecter a la base de données' 89
FigureIII.55 : nœud mysql 'Db transport du carburant' 89
FigureIII.56 : Configuration du nœud mysql 89
FigureIII.57 : configuration du nœud 'Db transport du carburant' 89
FigureIII.58 :nœud trigger 10s 90
FigureIII.59 : configuration du nœud trigger 10s 90
FigureIII.60 : programme NodeRed finale 92
FigureIII.61 : Fonctionnement du Programme NodeRed 93
Figure III.62: pose du NodeMcu sur la Breadboard 94
FigureIII.63 : bronchement du moule GPS avec le Nodemcu 94
Figure III.64 : Prototype du réservoir réalisé 95
FigureIII.65 : Collage des planches de résines 95
FigureIII.66 : les supports pour supporter le réservoir 96
Figure III.67 : Camion réalisé 96
FigureIII.68 : collage du réservoir sur les supports conçu pour 97

Figure III.69 : BreadBoard sur le réservoir 97
Figure III.70 : Bronchement du Neo 6M avec NodeMcu 98
Figure III.71 : bronchement du capteur Ultrason 98
Figure III.72 : bronchement du débitmètre avec le Nodemcu 99
Figure III.73 : Schéma électrique finale 100
FigureIII.74 : prototype finalisé 100
FigureIII.75 : démarrage du NodeRed 101
FigureIII.76 : démarrage de la base de données 101
FigureIII.77 : base de données 102
FigureIII.78 : déploiement du programme NodeRed 102
FigureIII.79 : Interface du dashboard 103
FigureIII.80: adresse Ip du GPS 103
FigureIII.81 : les informations reçus du GPS 104
FigureIII.82: position du camion sur la carte 104
FigureIII.83 : Itinéraire du camion 105
Figure III.84 : Quantité de référence égaleà 1 105
FigureIII.85 : démarrage du système 106
FigureIII.86 : remplissage de l'eau 106
Figure III.87 : état de l'électrovanne off 107
FigureIII.88 : Quantité de référence supérieure à celle mesurée 107
FigureIII.89 : enregistrement de 0 dans la base de données 108
Figure III.90 : Enregistrement de 1 dans la base de données 108
Figure III.91 : Enregistrement de 4 dans la base de données 108

Liste des Tableaux

Tableau 1 : pins de NEO 6M 93

Introduction Générale

De la même manière qu'Internet a profondément bouleversé notre société, l'Internet des Objets (IdO) (Internet of Things, ou "IoT" en anglais) impactera tous les secteurs de l'activité humaine : notre habitat, nos véhicules, notre environnement de travail, nos usines, nos villes, notre agriculture, nos systèmes de santé, etc. De même, tous les niveaux de la société (individus, entreprises, États) sont d'ores et déjà concernés, de l'urbain au rural, ainsi que la nature au-delà. « Maintenant nous sommes tous connectés par Internet, comme des neurones dans un cerveau géant »[1] Ce réseau mondial connu chez Stepahn Hawking sous le nom cerveau nous a présenté un nouveau paradigme 'l'internet des objets'.

L'IdO est un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, d'identifier directement et sans ambigüité des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, si ça, ce peut dire les données s'y rattachent [2] L'IdO établi la connexion de ces objets a un réseau plus large. Cette connectivité crée un monde d'objets autonome, intelligent et optimisées sans oublier leur succès et leur utilité, car depuis 2014 le nombre des objets connectés est supérieur au nombre d'humains connectés [3]À travers un tel paradigme, aujourd'hui l'IdO couvrira un large éventail d'applications et touchera quasiment à tous les domaines que nous affrontons au quotidien, ceci permettra l'émergence d'espaces intelligents [4].

À l'aide de ce paradigme, les transports intelligents sont beaucoup plus et mieux gérés, la collecte de données est une clé importante pour tous les domaines. Non seulement le transport intelligent fournit des points de données pour chaque aspect du système de transport, mais il permet aux administrateurs de mieux surveiller les opérations de suivre les besoins de maintenance et d'identifier les principales sources de problèmes qui doivent être résolus, car une meilleure gestion permet une utilisation plus efficace. Des données de qualité peuvent aider à identifier les domaines ou l'efficacité peut être améliorée. Peut-être qu'un léger ajustement des horaires de train permettrait d'obtenir un meilleur taux de remplissage, car le transport intelligent que ce soit pour les humains, marchandises ou carburants fournit des informations rapides

De nos jours où les prix des carburants sont de plus en plus chers, leur transport est devenu à la fois sensible et difficile à gérer ou planifier. Au fil des années, beaucoup d'attentats du vol contre les camions du transport des carburants ont été commis, cela entrainera une

problématique majeure pour les producteurs des carburants. Chaque année, Les différentes compagnies a des difficultés pour recruter les chauffeurs des camions, car beaucoup de ses employées ont perdu leurs vies lors d'un attentat du vol au précédent, sans oublier l'avidité des chauffeurs qui peuvent vendre la cargaison dans le marché noir. Ses multitudes des défis sont loin de leur fin surtout avec la crise mondiale des combustibles. Donc il est nécessaire de mettre en place une nouvelle structure capable de résoudre ces problèmes également appelés systèmes des camions de transport intelligents, il est intelligent grâce à l'intégration des nouvelles technologies de détection, transmission, de surveillance qui donne une gestion et une sécurité meilleures pour notre cargaison.

Suite à cette problématique, notre objectif consiste à proposer un système de gestion et surveillance des camions de du transport des carburants de NAFTAL en utilisant l'internet des objets. Ce système est constitué d'une carte électronique (NodeMCU ESP8266) installés dans le camion et connecté aux composants électroniques (GPS, capteur de niveau, débitmètre, pompe et électrovanne) permettent de transférer les différentes informations (position actuelle, niveau du carburant, quantité du carburant distribuer, etc.) à la salle de contrôle via protocole MQTT. Au niveau de salle de control, uneinterface Homme-Machine (IHM) basé sur le serveur Node-RED d'IBM a été développé, permettant à l'administrateur de suivi la trajectoire du camion, superviser le niveau du carburant et contrôler la quantité du carburant à distribuer.

Le mémoire rédigé dans le cadre de ce projet de Master est divisé en trois chapitres. Après une introduction générale, le premier chapitre présente des concepts fondamentaux de l'Internet des objets, les objets connectés et les camions de transport du carburant. Le deuxième chapitre regroupe les outils hardware et softwares utilisés dans notre projet. Le cahier de charge détaillé ainsi que les étapes d'implémentation du système proposé et la réalisation du prototype les solutions hardware et software adoptées font l'objet du troisième chapitre, où les différentes étapes suivies et les résultats sont donnés. Enfin, lemémoire est clôturé par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre 01

Concepts fondamentaux de l'Internet des objets et Les objets connectés

1. Introduction

Depuis l'apparition de **l'internet** une révolution a touché pratiquement tous les domaines de notre vie quotidienne, que ça soit dans le domaine politique, économique, Agriculture …etc.

Cette invention miraculeuse est devenue dans peu de temps la source d'information principale globalement, D'ailleurs pour acquérir quelle que soit le type d'information voulu il suffit juste y remédier à ce réseau.

L'internet a également facilité la Communication entre les gens, en transformant le monde en une petite ville, Le progrès scientifique et technologique a eu spécialement dans le domaine de l'électronique , Ce qui a engendrer la nécessité de la communication des objets intelligentes ou électroniques entre elles, des répercussions positives sur l'internet et l'apparition également d'un nouveau paradigme qui est « l'Internet des Objets »

Dans ce chapitre on aura la chance d'éclaircir ce domaine d'IOT et les objets connectés.

2. Internet des Objets (IOT)

2.1. Définition

Internet des Objets Connu aussi par Internet of things (Iot) possède un nombre infini des définitions, cependant on peut la simplifier par « un réseau qui relie et combine les objets interconnectes avec l'Internet, en suivant les protocoles qui assurent leurs communication et échange d'informations à travers une variété de dispositifs[5]», car il repose sur l'idée que tous les objets peuvent être connectes un jour à Internet ce qui fait le cas de nos jours , ces objets sont adressables de manière unique. Tout objet électronique, y compris (des ordinateurs, des capteurs, des RFID et des t´téléphones mobiles) seront en mesure d'émettre de l'information et éventuellement de recevoir des commandes. [6] La figure I.1 représente la définition de L'iot avec l'illustration des différents objets connectes a l'iot.



Figure I.1 : Illustration sur l'IOT [7]

0Ce nouveau paradigme a rapidement gagne du terrain ces derniers années car la principale conséquence de l'IdO est, sans aucun doute, son impact sur la vie quotidienne des utilisateurs potentiels. L'IdO a des effets remarquables à la fois dans la maison et le travail où il jouera un rôle déterminant dans un avenir proche (santé, transport intelligent, domotique, vie assistée, etc.)[8].

2.2. Histoire de l'IoT

L'apparition de l'iot est considérée comme récente, néanmoins il existe des rapports de communication des machines entre elles depuis la fin des années 1960 [9]. Prenons l'exemple du téléphone fixe premièrement apparu dans les années 1830 et 1840 qui fournissaient des communications directes [10], décrivent comme «télégraphie sans fil ».

La première transmission vocale radio a eu lieu le 3 juin 1900 [11], ce qui a offert un autre pas nécessaire au développement de la technologie iot.

L'internet elle-même la composante la plus importante de l'iot a débuté dans le cadre de la DARPA en 1962 et a évolué en ARPANET en 1969 [11].

Dans les années 1990 John Romekey a conçu le premier appareil qui peut être contrôlé par internet « un grille-pain qu'il pouvait allumer et éteindre via Internet. »

Ensuite l'expression «Internet des objets» par les fondateurs du MIT Auto-ID Center original, avec une mention spéciale du pionnier de la technologie britannique « Kevin Ashton » en 1991 [12], afin d'établir un système dans lequel les objets du monde physique peuvent être connectés à l'internet par des capteurs. Ashton a proposé le terme pour montrer la puissance des étiquettes d'identification par la radiofréquence (RFID), utilisées dans les chaînes d'approvisionnement d'entreprise, à l'Internet pour compter et suivre les marchandises sans intervention humaine [12].

Dans l'expression « internet des objets » Le terme « objets » fait référence à tout ce qui nous entoure, d'un petit atome à un gros navire [13].

De nos jours L'IoT est devenu un système utilisée sur le niveau plantaire, allant aux communications sans fils des systèmes micro-électromécaniques, jusqu'aux systèmes embarqués, Les domaines traditionnels de l'automatisation (y compris l'automatisation de bâtiments et de maisons), les réseaux de capteurs sans fil, les GPS, les systèmes de contrôle et autres supportent tous l'IoT [14]. En résumant l'internet des objets est devenu une nécessite.

2.3. Importance d'IoT

Evidemment, l'Internet couvre maintenant des endroits jusqu'alors inaccessibles. Certaines utilisent, des capteurs extrêmement miniaturisés peuvent être placés sur des plantes, des animaux et des sites géologiques, et connectés à l'Internet [12], dans le même temps, l'Internet est en train de conquérir l'espace grâce au programme IRIS 5 de Cisco6 [15].

Une qualité de vie meilleure pour les personnes âgés : pour les personnes âges Qui souffre due aux problèmes de sante l iot peut vraiment leur faciliter leur vie, imaginant un petit dispositif portable permet de détecter les signaux vitaux et les transmettre aux médecins en cas des urgences ou des complications de sante, ou peut être mieux sentir si la personne va avoir un malaise et tomber.

I internet des objets, une nécessite pour l'évolution humaine : Comme l'évolution de la population humaine augmente de plus en plus , toute la population aspire a une vie saine, confortable pour eux même et à leur famille, on combinons ces volontés avec l'internet des objets , l'iot peut collecter, transmettre, analyser, et distribuer les données dans un escale massive , de nos jours ou tous e monde est attache à ces informations l'humanité aura la

culpabilité d'avoir la connaissance et la sagesse non seulement pour survivre ;ais pour prospérer pour des mois, années, decinés et des siècles.

Dans le monde de l'iot ça peut que les vaches peut être connectées, celui-ci permet aux éleveurs de poursuivre et surveiller leurs mouvements, santé.

2.4. Domaines d'application de L'Iot

En connectons des bilions des objets a l'internet, l'iot a créé une bibliothèque d'applications qui touche quasiment tous les domaines faisant face à notre vie quotidienne. Selon notre projet on se basera alors sur le domaine de <**la logistique intelligente**>

Le marché des objets connectés est promis à une grande croissance dans les années à venir car il a une valeur immense dans les différents domaines d'objets connectés pour les professionnels [16]. La figure I.2 illustre les différents exemples des applications de l'iot.

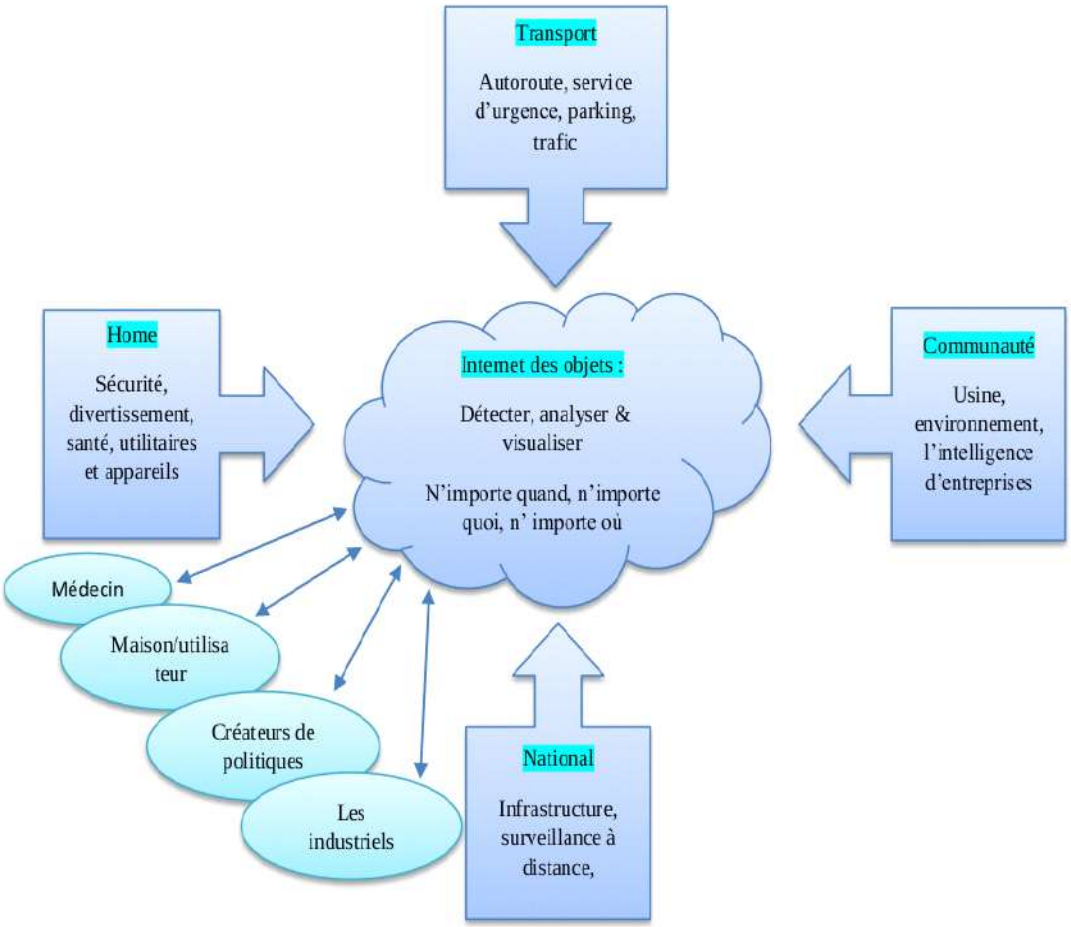


Figure I.2 : applications de l'iot [17]

Parmi ces domaines d'applications les suivantes :

2.4.1. Villes intelligentes (smart cities)

Compatible dans certaines grandes villes, L'iot a peut soutenir des projets intelligents concernant plusieurs villes (Tokyo, New York, Seoul) [18].voir la figure cette technologie encastrée et investie dans ces villes a apportée plusieurs fruits cas de nos jours. On a appelé ces régions par le nom de **villes intelligentes**. (La figure I.3 représente un exemple sur une ville intelligente) Efficace, innovant et participatif, le concept smart cité présente à ses différents habitants une qualité de vie maximale avec une diminution des ressources minimale [19].

Ceci est réalisé pour permettre une meilleure gestion des différents réseaux qui alimentent nos villes (Gaz, électricité, eaux) [16].Les villes intelligentes généralement regroupent [8] :

- le contrôle des niveaux de champs électromagnétiques : mesure de l'énergie rayonnée par les stations cellulaires et les routeurs WiFi [8]
- la santé structurelle : surveillance des vibrations et des conditions matérielles (ponts, bâtiments) [8].
- la gestion des déchets : détection des niveaux d'ordures dans les conteneurs [8].
- la détection de Smartphone : détecter les Smartphones et en général tout appareil fonctionnant avec des interfaces Wifi ou Bluetooth [8].
- les routes intelligentes : autoroutes intelligentes avec messages d'avertissement et de détournements en fonction des conditions climatiques et des événements inattendus tels que les accidents ou les embouteillages. [8]
- le stationnement intelligent : suivi de la disponibilité des places de parking dans la ville. [8]
- l'éclairage intelligent : éclairage des réverbères intelligent et adapté aux conditions météorologiques. [8]
- les embouteillages : surveillance des véhicules et des piétons pour optimiser les itinéraires de conduite et de marche. [8]
- la cartographie urbaine du bruit : surveillance sonore dans les différentes zones urbaines en temps réel. [8]

A l'aide des capteurs, les données récupérées peuvent aider les habitants pour développer de nouveaux services et fonctionnalités [19], avec cette technologie il n'existe aucune limite àl'horizon.



FigureI.3:Ville intelligente [20]

2.4.2. Industrie

L'IOT industrielle offre des attributs essentiels au développement industriel car il permet de mesure, établir des pronostics, prévoir des pannes, dépannage à distance en cas de mal fonctionnement. Cette technologie permet d'établir une surveillance envers la chaine de production, la chaine logistique et bien évidemment la distribution. Ce suivit permet aux différentes usines d'optimiserl'efficacité de ses multiples opérations, d'augmenter le taux et la qualité de la production et d'améliorer la sécurité des employés [12]. La figure ' ci-dessus est une parfaite illustration liées à l'iot industriel.

L'IoT industriel se base principalement sur les capteurs intelligents, des outils, des plates-formes logicielles, des serveurs et des applications en nuage [19]. D'abord les captures sont situés dans chaque étape de la fabrication, ces capteurs transmettent des données à la passerelle Iot (qui joue le rôle de concentrateur entre les périphériques IoT et le Cloud). Apres

la réception de ces données par l'iot ce dernier va les transmettre de retour au serveur d'applications Cloud afin de les traiter et les analyser [19]. Voir la (figure I.4)ci-dessous qui représente un exemple sur l'iot industriel.



Figure I.4 : Exemple sur l'iot industriel [21]

2.4.3. Agriculture Intelligente

L'agriculture intelligente base sur l'iot est tout simplement pour but d'obtenir un meilleur contrôle sur le processus d'élevage et de culture, renforcer la capacité des systèmes agricoles, contribuer à la sécurité alimentaire en intégrant le besoin d'adaptation et le potentiel d'atténuation dans les stratégies de développement de l'agriculture durable [19]. La figure I.5 propose un exemple de l'agriculture avec l'ido.

L'agriculture intelligente dépend en grande partie sur les capteurs qui ont pour rôles de collecter différents données sur l'état de sol (humidité, température, taux des sels minéraux) et les transférer au fermier pour prendre les mesures nécessaires garantissant la bonne production [19].



Figure I.5 : Exemple sur l'agriculture intelligente [22]

2.4.4. Domotique

La domotique ou la maison intelligente (Smart home) est devenu un classique dans notre vie, cette technologie permet de contrôler les différents systèmes et sous-systèmes de la maison et de l'entreprise (chauffage, caméras, volets roulants, porte de garage, lumières...etc.)[19]. (la figure I.6 illustre une maison intelligente)

Cette catégorie regroupe aussi [8] :

- allumer et éteindre les appareils à distance pour éviter les accidents et économiser de l'énergie
- l'utilisation de l'énergie et de l'eau : surveillance de la consommation d'énergie et d'eau
- L'art et préservation des biens : suivi de l'état de conservation à l'intérieur des musées et des entrepôts d'art
- les systèmes de détection d'intrusion : détection des ouvertures de portes, de fenêtres et des violations dans le but d'empêcher les intrusions.

La maison intelligente a pour but d'apporter des solutions techniques pour répondre aux besoins de confort [19].

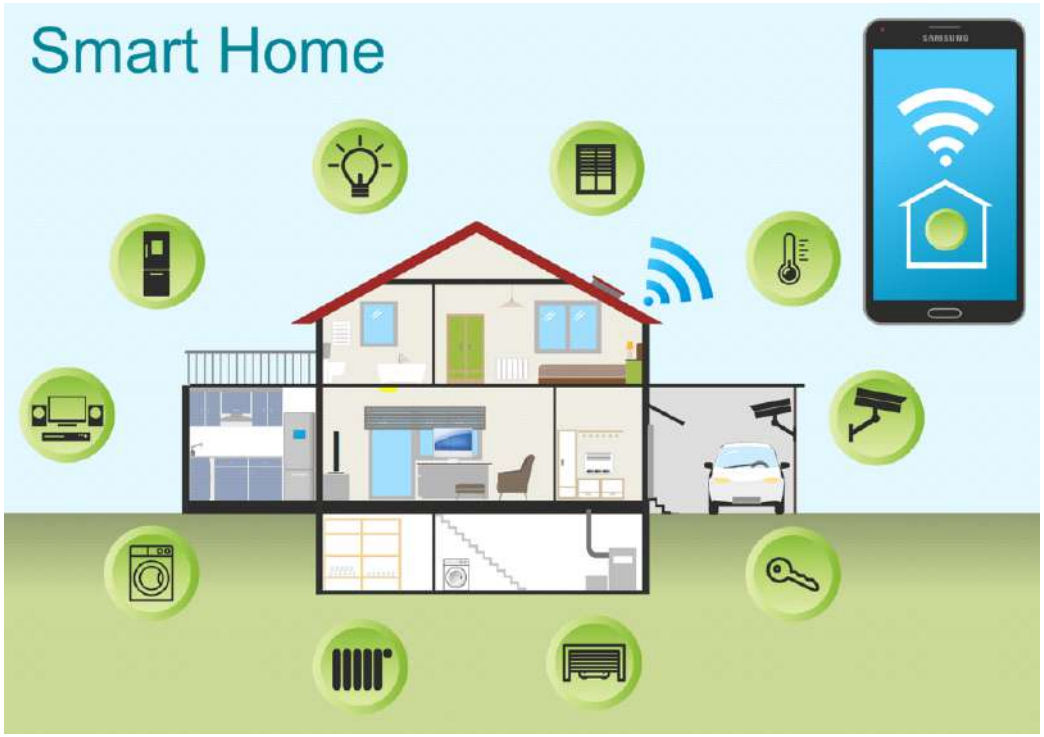


Figure I.6:Exemple sur la maison intelligente [23]

2.4.5. Santé (Smart Health)

Le cyber santé ou la sante intelligente est un domaine qui aide énormément la population humaine car l'iot permet de créer des réseaux personnels qui sera capable d'établir un suivi des signes cliniques spécialement pour les personnes âgées, les objets connectes permettent de suivre la tension, le rythme cardiaque, la qualité de respiration ou encore la masse graisseuse [12].

Cette catégorie regroupe aussi [8] :

- le rayonnement ultraviolet : mesure des rayons UV pour prévenir les personnes en cas de forte exposition. [8]
- les soins aux sportifs : surveillance des signes vitaux dans les centres et leschamps de haute performance. [8]
- le suivi des personnes seules : assistance aux personnes âgées ou handicapées vivantes en autonomie. [8]
- la surveillance des patients : suivi des conditions des patients à l'intérieur des hôpitaux et dans la maison de retraite. [8]

- les réfrigérateurs médicaux : contrôle des conditions à l'intérieur des congélateurs stockant les vaccins, les médicaments et les éléments organiques. [8]

2.4.6. Transport et logistique intelligente

2.4.6.1. Définition du transport

Depuis les temps anciens, le transport a joué un rôle déterminant dans le développement social et avec l'émergence d'une société industrielle, la formation de l'État a renforcé ce rôle. Smith (1776) a souligné l'importance du transport par eau pour l'industrialisation des villes côtières dans son ouvrage The Wealth of Nations, grâce à l'expansion de la zone de marché offerte par ces moyens de transport. De plus, malgré leur stagnation économique jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, l'émergence des transports rapides (navires, chemins de fer) pendant la révolution industrielle a joué un rôle fondamental dans le grand développement de l'industrialisation dans les pays développés depuis le début du XIXe siècle. Actuellement, les économistes s'intéressent au transport, et leurs recherches se limitent principalement à décrire les activités de transport, généralement non seulement sur des questions techniques, mais aussi sur les aspects institutionnels, juridiques ou administratifs du transport, la géographie, l'organisation et le fonctionnement du transport [24].

Le transport est un élément fondamental de toutes les activités humaines, que ce soit d'activité économique, des loisirs, des sports, les secours ou les opérations militaires. Il se réalise par le Déplacement d'engins mobiles (voitures, trains, navires, avions, camions, etc.) qui sont généralement motorisés sur des appareils appelés infrastructures. Les personnes, les marchandises, l'information et la communication constituent les éléments essentiels du transport. Le transport est un moyen de déplacement de personnes et de marchandises par voie terrestre, maritime et aérienne. Le transport comprend la nature du produit transporté (marchandises, informations et passagers), le mode de transport concerné (chemin de fer, autoroute, pipeline), le flux (voyage), l'espace de déplacent final et les conditions d'exploitation. L'exercice d'une activité de transport se fait généralement dans le cadre de procédures qui dépendent d'un système d'exploitation et est régi par une réglementation qui touche divers aspects depuis l'homologation des moyens de transport (véhicule…), largement des conducteurs et les règles de fonctionnement (vitesse, règles de sécurité, etc.…).[24]

(Les figures I.7, I.8 et I.9 représentent des exemples sur le domaine de logistique intelligente)

L'internet des objets ido possède le potentiel pour optimiser toute l'industrie du transport en collectant des données à partir des équipements et des différents objets connectes (capteur intelligent, GPS …), ces données collectées doivent passer à l'étape d'analyse par les organismes du transport [19] pour :

- Améliorer l'expérience du passager avec des transports plus fiables, de meilleurs services à la clientèle, une communication et des informations plus précises [19].
- Augmenter la sécurité, en mieux comprenant l'exploitation du système des transports grâce aux usages des capteurs qui servent à collecter toutes les données qui détectent les différentes anomalies par rapport à (la vitesse des trains, les températures de la chaussée, l'état des pièces des avions, ou encore le nombre de voitures qui attendent à une intersection et gerber les trafics routiers) [19].
- Améliorer la performance opérationnelle, en surveillant les infrastructures critiques et créer des processus plus efficaces, pour réduire les coûts d'exploitation et améliorer la capacité du système [19].

Ce domaine reste toujours vastement large car la logistique regroupe aussi[8] :

- détection d'incompatibilité de stockage : émissions de conteneurs stockant des produits inflammables (via des capteurs) fermés à d'autres contenants des matières explosives .
- le suivi de flotte : contrôle du suivi des itinéraires pour les marchandises sensibles comme les bijoux, les médicaments ou les marchandises dangereuses à l'aide des différentes technologies (GPS) .
- l'emplacement des articles : recherche d'éléments individuels dans de grandes surfaces comme les entrepôts ou les ports .
- qualité des conditions d'expédition : surveillance, à des fins d'assurance, des vibrations, des coups, des ouvertures de conteneurs ou de leur entretien .



Figure I.7: Exemple sur la logistique intelligente [25]

- Paiement via NFS : Permet aux commerçants d'utiliser le paiement par crédit ou débit bancaire en ligne on offrant un lien vers une certaine banque afin de compléter des différentes activités (transport, musées, galeries …)
- Gestion des voitures : Les organisations d'auto partage gèrent l'utilisation des véhicules en utilisant des Smartphones avec connexions réseau fixes dans chaque voiture.
- Diagnostic automatique des véhicules : Collecte de données à partir du bus CAN afin de transmettre une alarme immédiate qui contient les risques possibles de cette voiture, ou bien cette technologie peut être utilise pour offrir des conseils la personne qui conduit ce véhicule.



Figure I.8 : Exemple sur la logistique intellegente2 [26]

Nous avons donc là une logistique connectée et intelligente qui a largement recours à l'IoT. Car pour que tout cela fonctionne, il faut que l'information circule entre les hommes et les machines avec une interconnexion entre les deux.

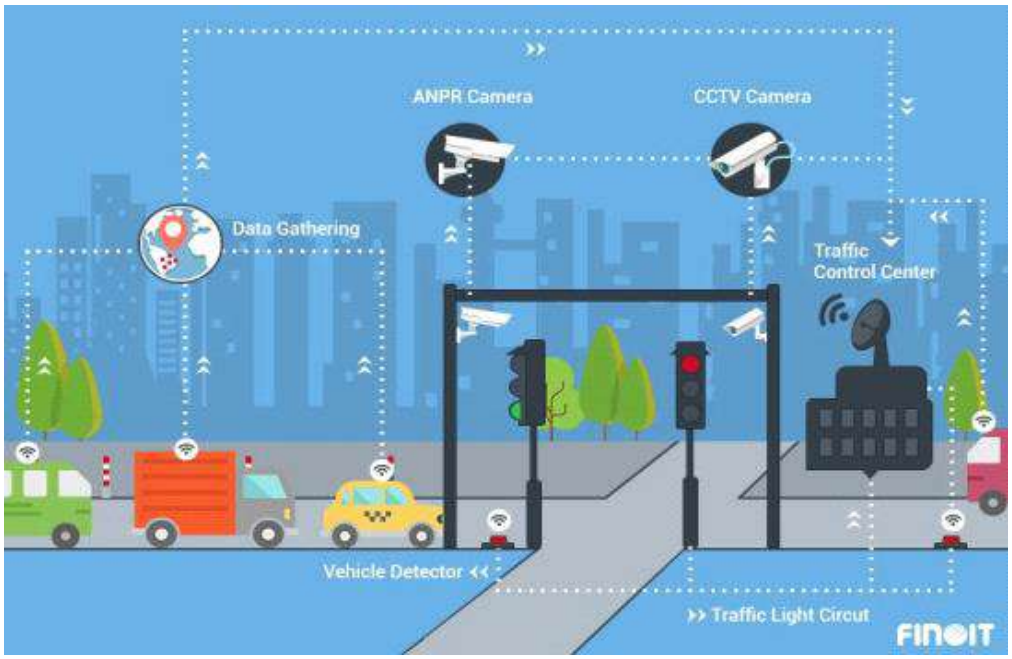


Figure I.9 : Application de l'iot dans le transport [19]

2.4.6.2. Divers moyens de transports

Les opérations de transport sont divisées en différents modes de transport, chacun impliquant d'autres équipements et infrastructures. Qu'est ce qu'on entend par mode de transport ?

Le mode de transport s'entend généralement d'une technologie spéciale ou d'une combinaison de types d'infrastructures : trains et voies ferrées, camions et routes, etc...

La disponibilité de plusieurs formes ou modes de transport permet au transporteur de choisir le mode de transport le plus approprié en fonction du coût et de la vitesse, et de choisir un mode de transport en fonction de ses objectifs, des caractéristiques de chaque mode de transport et des produits transportés.

Les méthodes de transport sont subdivisées selon les méthodes utilisées dans le transport par voies navigables intérieures, le transport terrestre, le transport maritime, le transport aérien et le transport par pipeline (train, voiture, camion, bateau, avion, pipeline). [24]

2.4.6.3. Transport de la matière dangereuse

Lorsqu'un produit est susceptible d'avoir des conséquences graves pour les personnes, les biens et / ou l'environnement, il est classé comme une substance dangereuse, en fonction des caractéristiques physiques et chimiques du produit ou de la nature de la réaction qu'il peut provoquer.

Pour déterminer si vous êtes concerné par la réglementation sur le transport des matières dangereuses, il vous suffit de consulter la FDS du produit. Une fiche de données de sécurité (FDS) est un document qui contient des informations que chaque utilisateur doit connaître. SDS contient 16 parties par règlement

- Identification du produit chimique ;
- Information sur les composants ;
- Identification des dangers ;
- Description des premiers secours en cas d'urgence ;
- Mesures de lutte contre l'incendie ;
- Mesures en cas de dispersion accidentelle ;
- Précaution de stockage, d'emploi et de manipulation ;

- Procédures de contrôle de l'exposition des travailleurs et caractéristiques des équipements de protections individuelles ;
- Propriétés psycho-chimiques ;
- Stabilité du produit et de la réactivité ;
- Informations toxicologiques ;
- Informations éco toxicologiques ;
- Informations sur les possibilités d'élimination des déchets ;
- Informations relatives au transport ;
- Informations règlementaires ;
- Autres informations.

2.4.6.4. Les principaux risques liés aux matières dangereuses

On distingue neuf catégories de risques [24] :

Danger d'explosion : caractéristiques d'une décomposition sévère sous la chaleur ou un choc, entraînant une grande quantité de chaleur et d'ondes de choc.

Risque de gaz : risque de fuite ou de rupture du récipient, Diffusion de gaz dans l'atmosphère Aux risques spécifiques à la nature du gaz : inflammabilité, toxicité, corrosivité, etc.

Inflammabilité : facile à prendre feu

Toxicité : La nature de l'empoisonnement, c'est-à-dire par inhalation, absorption ou ingestion par la peau, nuit à la santé ou provoque la mort

Radioactivité du tritium : caractéristiques qui émettent divers types de rayonnements nocifs pour les êtres vivants

Corrosivité : caractéristiques des matériaux mordants, oxydants ou corrosifs (métaux, tissus, etc.) ou des tissus vivants (peau, muqueuses, etc.) ;

Des risques d'infection : caractéristiques qui provoquent une maladie grave chez l'homme ou l'animal. Ce risque concerne les matériaux contenant des micro-organismes infectieux (par exemple virus, bactéries, parasites).

Le Danger de réactions spontanées et violentes : Peut réagir fortement et spontanément sous forme d'explosion, générer de la chaleur et libérer des gaz inflammables ou toxiques sous haute pression.

Le risque de brûlures : propriété de provoquer des brûlures par le chaud ou le froid

2.4.6.5. ORGANISATION du NAFTAL

NAFTAL est une société par actions filiale à 100% de SONATRACH. Elle a comme mission principale la commercialisation et la distribution des produits pétroliers. Elle compte plus de 30000 employés et son capital est estimé à 15 650 000 000 000 DA. Son siège est sis à rue des Dunes BP 73, CHERAGA, ALGER. [27]

Cette société est organisée en trois branches principales :

- Branche Carburants.
- Branche Commercialisation.
- Branche GPL.

2.4.6.5.1. PRESENTATION DE LA BRANCHE CARBURANTE

La Branche carburants est l'une des trois branches de NAFTAL. Elle est chargée des activités d'approvisionnement, de stockage et de livraison des carburants Aviation (Jet-A1 et Methmix), Marine (Gas-oil et fuel-oils) et Terre (Essences Super, normal et sans plomb, Gasoil, A72, white spirit) ainsi que les lubrifiants et graisses aviation et marine. [27]

Les missions des Directions opérationnelles de la Branche Carburants dans ses activités Carburants terre (CBRT) sont [27] :

- Superviser, coordonner et contrôler les activités approvisionnement, stockage, ravitaillement et livraison des carburants terre au niveau des dépôts primaires et secondaires.
- Assurer la préservation de la conformité du produit dès son approvisionnement jusqu'à sa livraison ou son ravitaillement, conformément aux exigences des parties intéressées.

- Assurer la maintenance des installations de stockage et des moyens de distribution.
- Assurer une qualité de service répondant aux attentes de la Branche, Commercialisation et veiller au maintien de l'image de marque de l'Entreprise.

2.4.6.6. Réglementation du transport de matières dangereuses

L'Accord européen sur le transport international des marchandises dangereuses par route est le résultat d'une convention signée à Genève dans le cadre des Nations Unies le 30 septembre 1957. Ceci est mis à jour régulièrement. Pour appliquer l'ADR, il suffit que deux pays signataires participent au transport international.

À ce jour, 39 pays ont ratifié le traité. Depuis le 1er janvier 1997, le décret ADR du 5 décembre 1996 a remplacé le RTMDR (Règlement pour le transport des marchandises dangereuses par route).[24]

Le décret remplace la directive européenne 94/55 / CE, qui a été modifiée le 21 novembre 199413. L'ADR prévoit des réglementations concernant la construction et l'équipement des véhicules. Ce sont des règles strictes que vous ne pouvez pas violer. Cela comprend[24] :

- **Pour les citernes**

Ça conception est basée sur le code de calcul et le choix des matériaux en fonction de la situation d'utilisation. Il permet d'interdire l'utilisation de l'aluminium comme matériau constitutif du réservoir avec un revêtement protecteur. Le test initial du réservoir a eu lieu après le 1er juillet 2003 et les boulons ont été pressés. Au lieu de regrouper la "virole couvercle de trou d'homme" après son test initial postérieur au 1er juillet 2000 Et tout l'équipement utilisé pour récupérer les vapeurs d'essence lors du chargement dans les dépôts de pétrole et du déchargement dans les stations-service De plus, l'équipement doit être disposé de manière à éviter tout risque de déchirure ou de détérioration pendant le transport ou la manutention, en particulier pour éviter une double fermeture des drains. Des tests périodiques (hydrauliques et d'étanchéité) à intervalles réguliers ont été faits pour vérifier le bon état du réservoir et le fonctionnement de l'équipement Il permet aux tuyaux d'être construits et contrôlés sur une base régulière et jusqu'à 6 ans, selon des normes précises. (Voir la figure I.10)[24]

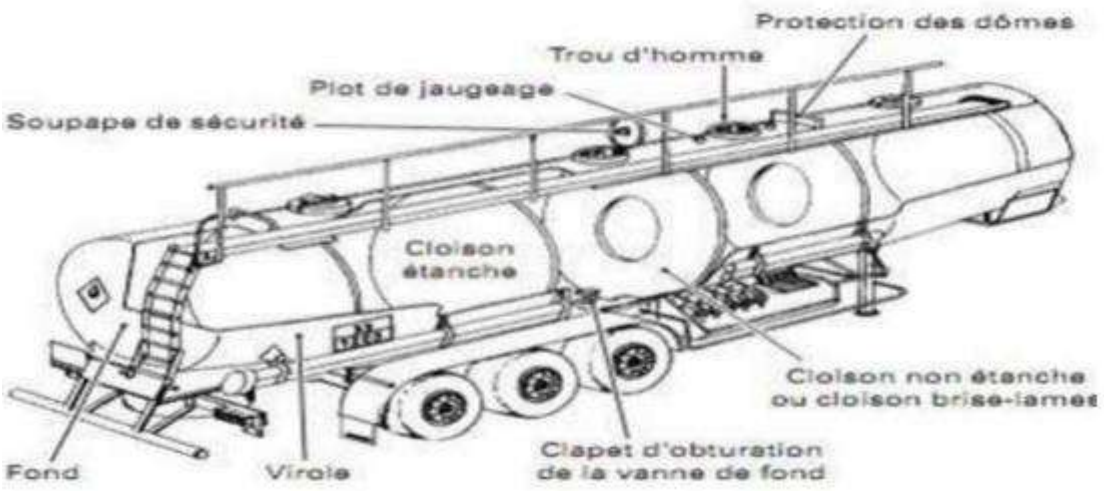


Figure I.10 : La structure et équipement d'une citerne de transport de produits dangereux[24]

Du point de vue de la sécurité ou de la santé publique, les questions réglementaires dangereuses représentent environ 4 000 produits de référence et 13 catégories de risques. Leur manutention et leur expédition sont strictement réglementées.

La classification des marchandises dangereuses est basée sur chaque catégorie définie par des critères de classification objectifs. Il est livré avec une nomenclature numérique. Chaque produit est identifié par 2 numéros [24] :

- Numéro d'identification du danger : indique la catégorie de produit, La nature et l'intensité des risques présentés (exemple 336 signifie : matériaux de classe 3-3 (liquides inflammables) 33-matériaux liquides hautement inflammables 336-matériaux liquides toxiques hautement inflammables).
- Numéro UN pour chaque sujet : est un numéro d'identification à 4 chiffres créé par des experts de l'ONU. Ce numéro UN est également connu sous le nom de "Code "Il doit être clairement affiché sur le moyen de transport et l'emballage du produit.)

2.4.6.7. Identification d'un véhicule

Tous les produits transportés sont définis par la réglementation sur les matières dangereuses et sont marqués à l'avant et à l'arrière du véhicule par des panneaux orange sur le véhicule, avec le numéro d'identification du danger et le numéro ONU du produit transporté, et uniquement étiquetés «risque de transport du produit» (voir la figure I.11 et I.12) [24]

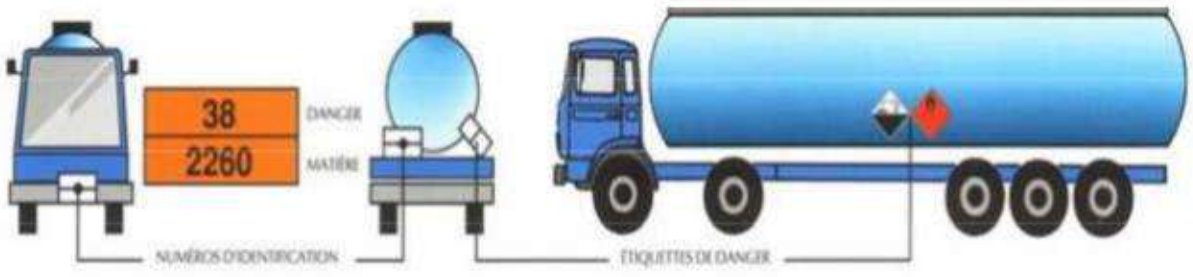


Figure I.11 : Identification du danger et le numéro ONU du produit transporté[24]

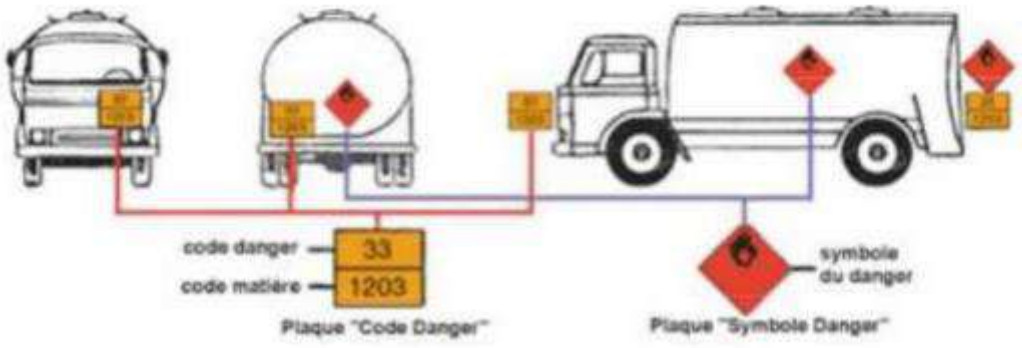


Figure I.12 : Les plaques identifiants le véhicule de transport de produits pétrolier[24]

Dans le cas d'un seul produit dans une ou plusieurs citernes, le véhicule de transport de marchandises dangereuses doit être marqué de deux plaques signalétiques (voir la FigureI.13) [24] :

- Plaque "code danger" à l'avant et à l'arrière du camion
- Plaque "symbole danger" sur les côtés et à l'arrière de la cuve

Lors du transport de plusieurs produits présentant des risques différents, ils doivent être marqués sur le véhicule de transport [24] :

- Plaque "code danger" vierge à l'avant et à l'arrière ;
- Plaque "code danger" sur la cuve contenant le produit ;
- Plaques "symbole danger" à l'arrière et une sur la cuve contenant le produit.

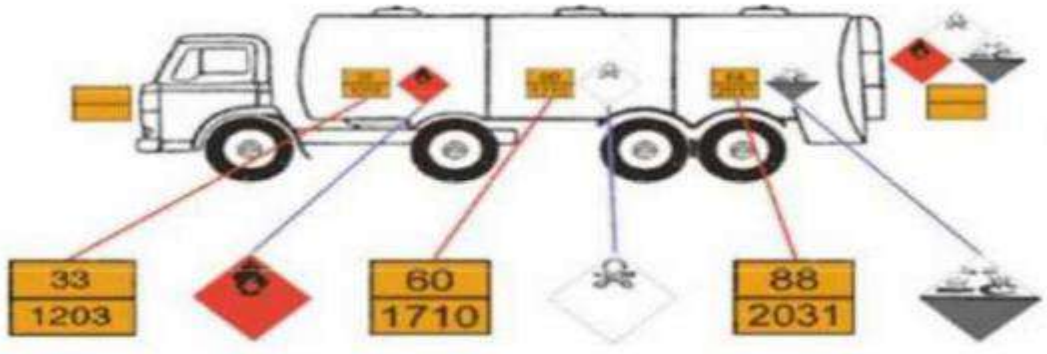


Figure I.13 : Identification d'un cas de transport de plusieurs produits dangereux[24]

Remarque :

- Les citernes vides et non dégazées gardent la signalisation ;
- Les citernes vides et dégazées, panneau orange barré.

Dans le code de la route, il existe trois panneaux de signalisation indiquant le transport de produits dangereux par route (voir la figure I.14) [24]:

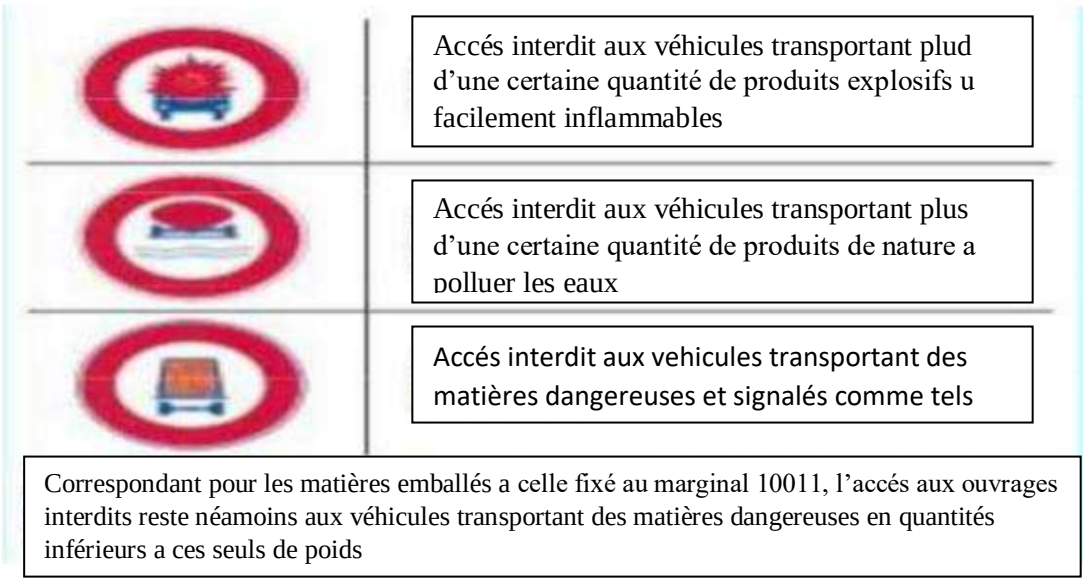


Figure I.14 : Les panneaux de signalisation de transport de produits dangereux[24]

2.4.6.8. Camion connecté

La télématique poids-lourds est ainsi ancrée dans les systèmes de gestion du transport depuis longtemps. Elle a permis d'apporter un premier niveau de connexion entre l'exploitation et le couple conducteur/camion avec la géo localisation en temps réel de la flotte, l'enregistrement et le transfert des profils de conduite, des consommations de carburant et des temps d'activité des conducteurs. La télématique a également connecté l'entreprise au véhicule en autorisant l'envoi de données telles que des feuilles de route, des coordonnées, des missions à effectuer

[28].Ceci permettra d'établir un autre niveau de sécurité pour l'industrie de transport. La figure I.15 ci-dessus représente un exemple sur un camion connecte.

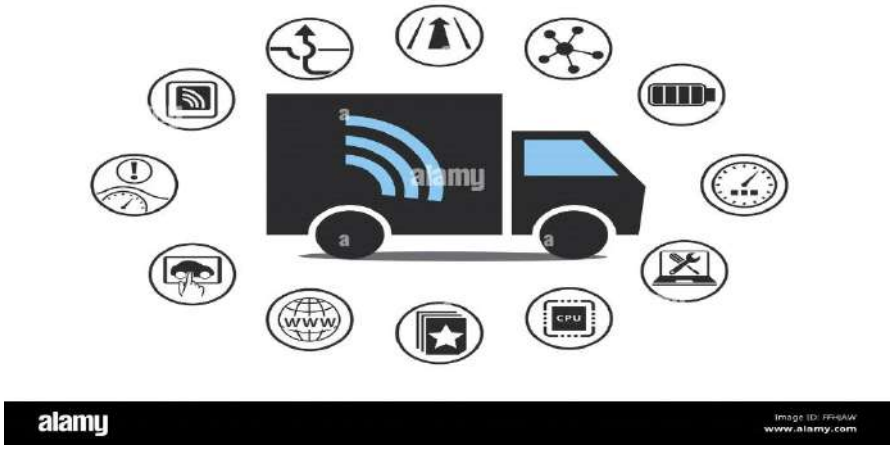


Figure I.15 : Exemple d'un camion connecte [29]

Dans l'évolution de nos jours et Après la connexion des téléphones, villes, maisons, et les voitures, c'est au tour des camions du secteur du TRM de se mettre à l'IoT (Internet of Things). D'âpres « selon straub » « 75% des camions utilisent actuellement des applications qui leurs permettent de détecter les dangers, d'avertir en cas de sorties de voies, de réguler leur vitesse de façon adaptative et de fournir des systèmes automatiques de freinage ». Les véhicules intelligents s'apprêtent réellement à révolutionner le secteur de la gestion de flotte automobile. En transmettant des données à la fois fiables et précises, la télématique embarquée s'érige en un véritable outil de gestion connecté. [30]

2.5. Technologies de l'internet des objets

L'Internet of Things (IoT) permet l'interconnexion des différents objets intelligents via l'Internet [31], alors afin d'assurer le parfait fonctionnement de l'ido Il est conseillé de prendre en chargées multiples technologies,

En effet, bien qu'il existe plusieurs technologies utilisées dans le fonctionnement de l'IoT, nous mettons l'accent seulement sur quelques-unes qui sont, selon les experts les technologies clés de l'iot. [31]

Ses technologies sont : RFID, Capteurs, Zigbee, WSN, Bluetooth LowEnergy (BLE), M2M.

2.5.1. RFID (Radio Frequency Identification)

Le terme RFID englobe toutes les technologies qui utilisent les ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes [31].Cette technologie permettent l'identification sans contact d'un objet au moyen d'ondes électromagnétiques. Pour permettre au lecteur de le reconnaître et de le localiser. [19] Le système RFID se compose de trois couches : [11]

- une étiquette contenant une puce. [11]
- un lecteur et ses antennes. [11]
- un ordinateur équipé d'une application middleware qui gère l'équipement RFID et filtre les données et interagit avec les applications d'entreprise. [11]

2.5.2. Capteurs

Un capteur est un classique par rapport au domaine d'internet des objets car les appareils équipés de capteurs peut enregistrer les états physiques ou chimiques, par exemple, mesure de température, la pression, la luminosité, l'humidité, le pH ou le mouvement. [19]

2.5.3. Zigbee

Zigbee est une technologie de réseau sans fil standard, basé sur une norme IEEE 802.15. [11]

Les dispositifs ZigBee transmettent souvent des données sur de longues distances en transmettant des données à travers des dispositifs intermédiaires pour atteindre des distances plus éloignées, cependant ils peuvent être utilisés pour transmettre un faible débit de données une longue durée de vie de la batterie et une mise en réseau sécurisé. [11]

2.5.4. WSN (Wireless Sensor Network)

Il est connu sous la forme d'un réseau coopératif, chaque nœud dans le réseau possède un ensemble de caractéristiques telles que :

- Capacité de traitement. [17]
- différents types de mémoires. [17]
- un émetteur-récepteur RF et une source d'alimentation. [17]

- divers capteurs et des actionneurs. [17]

le WSN englobe plusieurs capteurs sans fil qui peut être une technologie clés pour l'iot.[31]

2.5.5. BluetoothLowEnergy (BLE)

Le Bluetooth LowEnergy est une technologie qui a traversé tous le globe terrestre, équipé dans les Smartphones, pc, casques, oreillettes, montres intelligentes (wearables)...etc.

Bluetooth est l'une des premières technologies sans fil standardisées. Le système BLE fonctionne dans la bande ISM 2,4 GHz à 2400 MHz — 2483,5 MHz. La puissance d'émission d'un émetteur BLE peut varier entre 0,01 mW (-20 dBm) et 10 mW (+10 dBm). [11] Il se caractérise d'une portée de 60 mètres en terrain dégagé et consomme environ 20 fois moins d'énergie que le Wifi. Pour concevoir des projets Iot la dernière version est plus adaptée évidemment [19].

2.5.6. M2M (Machine to Machine)

Connu en tant qu'une collaboration des technologies de l'information et la communication avec des objets intelligents afin d'éliminer l'intervention humaine par rapport l'interaction avec le système d'une organisation ou d'une entreprise. [31]

2.6. « couches » de l'IoT

Dans un système IoT, les données reçues possèdent des différents générateurs (plusieurs types de dispositifs), qui sont ensuite analyser de différentes méthodes puis ils sont envoyés vers

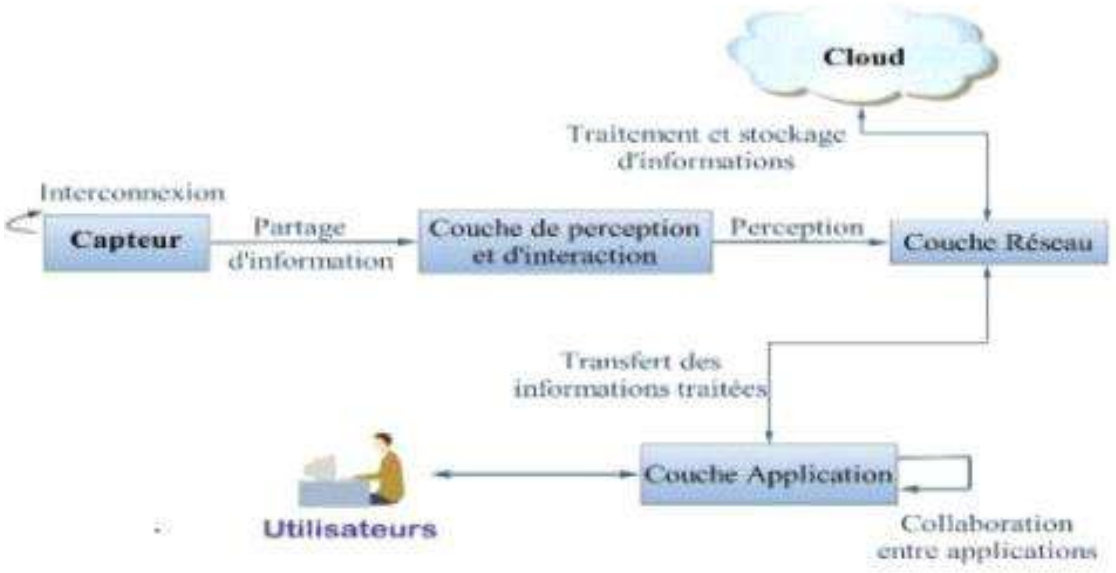
Des différents emplacements par des applications [11], (voir la figureI.16). L'iot se divise en quatre couches :

- **Couche d'aquisition des données:** Cette couche est intégrée avec le Hardware existant (RFID, capteurs, actionneurs, etc.) et sert à détecter/contrôler le monde physique et acquérir des données. [11]

- **Couche de mise en réseau :** Cette couche fournit un soutien réseau de base et le transfert de données par un réseau sans ou avec fil.[11]

- **Couche de service :** cette couche crée et gère les services et fournit des services pour satisfaire les besoins des utilisateurs.[11]

- Couche d'interface : cette couche fournit des méthodes d'interaction aux utilisateurs et aux autres applications. [11]



FigureI.16 : exemple sur l'architecture de l'iot[19]

3. objet connecté

A cote d'internet, le domine de l'iot se repose pleinement sur les objets connectes. On peut dire Qu'un objet connecte est un appareil ayant la possibilité d'interagir dans son environnement indépendamment sans l'intervention humaine [17].Il permet de collecter, stocker, transmettre et transmettre des données obtenu dans le monde physique.

Un OC peut communiquer avec un Smartphone, une tablette tactile et/ou un ordinateur ailleurs il existe plein d'exemples de ces objets dans notre vie quotidienne (ordinateurs, capteurs, actionneurs, Smartphones, véhicules connectés, smart homes, montres intelligents, bracelets etc.…) les figures I.17 et I.18 illustres des exemples sur la connectivité sur les objets connectés.



FigureI.17 : exemple sur les objets connectes [32]



FigureI.18:Objets connectés 2 [33]

Les objets connectés interagissent avec leur environnement par le biais de capteurs (température, vitesse, humidité, vibration...) [12].

3.1. Propriétés d'usage d'un OC

- Ergonomie (utilisabilité, maniabilité, ...). [32][17]
- Esthétisme (formes/couleurs/sons/sensations, ...). [32][17]
- Usage (histoire culturelle, profil, matrice sociale, ...). [32][17]
- Méta Morphisme (adaptabilité, personnalisation, modulation, …)[32][17]

3.2. Caractéristiques d'un objet connecté

Les objets connectés possèdent plusieurs attributs et caractéristiques parmi elles [34]:

Identité : l'identité est une obligation pour l'objet connecte car une identité unique qu'il lui propre permet de distinguer et de le différencier par rapport àd'autre objets du système [12].

Interactivité : la caractéristique d'interactivité est simple, il s'agit q un objet n'a pas besoin d'être connecté à un réseau à tout moment. Certes comme les objets dites passifs tel que les étiquettes RFID doivent seulement signaler leur présence de temps en temps [12].

Programmable : la capacité d'un objet connecte à être programme et pilote a distance [12].

Sensibilité : les objets connectes interagissent dans un environnement d'une façon qu'ils lui permettent de transmettre ou de collecter différentes informations. Par exemple on peut

utiliser des capteurs pour la collecte des différentes données (niveau d'eau, position, vitesse, température) [12].

Autonomie : Enfin et surtout la caractéristique la plus importante pour un objet connecte et bien évidement la capacité d'un OC à opérer et interagir sans la moindre intervention extérieure.

Les objets connectes doivent se surveiller et traiter individuellement généralement d'un point éloigné [12].

4. Conclusion :

Ce chapitre été dédiée à la présentation des différents concepts, composants et les principales caractéristiques liées à l'internet des objets cependant ce chapitre a éclaircit la majorité des point essentiels pour ce projet.

Nous avons mis à la lumière la valeur significative de cette technologie sur le développement sur la vie humaine car elle peut rendre la vie de ces derniers plus paisible et plus aisé, les différents domaines de l'iot s'installent de plus en plus surtout dans les grandes villes et les villes développées, désormais cette technologie est devenu un outil dont on ne peut plus s'empasser. Ce paradigme a beaucoup optimisé le domaine de transport surtout le transport de la matière dangereuse comme le carburant de chez NAFTAL.

Dans la dernière partie de ce chapitre nous avons présenté la fondation de l'internet des objets qu'elle est connue par le nom des objets connectés, de plus cette dernière partie regroupe aussi les différents caractéristique et propriétés des objets connectés.

Pour le chapitre suivant, il sera dédié à la solution SOFTWARE ET HARDWARE.

Chapitre 02

Présentation des Moyens Hardware et Software Utilisés..

1. Introduction

La réalisation d'un système de supervision des camions connectés de NAFTAL nécessite plusieurs outils SOFTWARE et HARDWARE parmi ces outils le protocole MQTT et la carte électronique ESP8266 ainsi que le module GPS. La supervision se fait à travers une interface Homme machine IHM sur la plateforme NodeRed.

Ce chapitre sera dédié à la présentation et définition des différents outils utilisée que ça soit SOFTWARE et HARDWWARE. Et finalement on va définir un outil très important qui sera notre interface homme machine utilisée pour recevoir des données et envoyer les commandes de notre projet qui est NodeRed et bien aussi notre moyen de communication ou outil de transport MQTT.

2. Software

2.1. Outil de développement (Nodered)

2.1.1. C'est quoi le NodeRed ?

Node-RED est un outil de programmation graphique (sous-jacent en JavaScript) puissant destinée à la construction d'applications Internet des objets (IoT), cette outil utilise une approche de programmation visuelle qui permet de créer des liens entre les flux de donnée entrant et sortant. [35]

Ce projet a été développé par IBM en 2013 sous forme d'une open source. Afin de connecter le matériel et les périphériques à des services et logiciels Web. De cette manière, les périphériques IoT sont connectés et permettent de contrôler le monde réel. [19] connu par le logo illustré dans la figure II.1, Il est gratuit et nécessite : Node JS (JavaScript du coté serveur) [36].

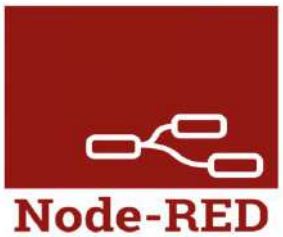


Figure II.1 : logo d'outil Nodered[36]

L'utilité du Node-RED est accentue sur la simplification du câblage des blocs de code pour la réalisation de tâches car il utilise une approche de programmation visuelle qui permet aux développeurs de connecter un ensemble des blocs de code prédéfinis, appelés «nœuds» (« nodes » en anglais), pour effectuer une tâche. Les nœuds connectés sont généralement une combinaison de nœuds d'entrée, de traitement et de sortie, forment un ensemble appelé « flux » (flow en anglais). [19]

Cette outil est exécuté et construit sur Node.js (JavaScript du coté serveur), ses flux sont créés et stockés dans JSON, ceci nous permettra de partager, importer et exporter dans le monde réel. [19]

2.1.2. Composition de NodeRed

Les nœuds de Node-Red sont composés d'un fichier HTML et d'un fichier JavaScript. Le fichier HTML indique à quoi le nœud doit ressembler, combien d'entrées / sorties doit utiliser. Le fichier JavaScript est responsable de la façon dont le nœud devrait fonctionner [36]. NR offre une variété des nœuds préinstallés prêt à utilise la figure II.2 illustre ces différents nœuds.

Il existe 7 nœuds d'entrée de base dans l'installation par défaut. Ces nœuds couvrent les mécanismes de communication de base utilisée principalement par les applications IoT. Cela s'étale a des protocoles Internet fondamentaux tels que UDP et TCP jusqu'à un niveau plus élevé tels que HTTP et les mécanismes MQTT de publication / souscription (publish/subscribe). [38]

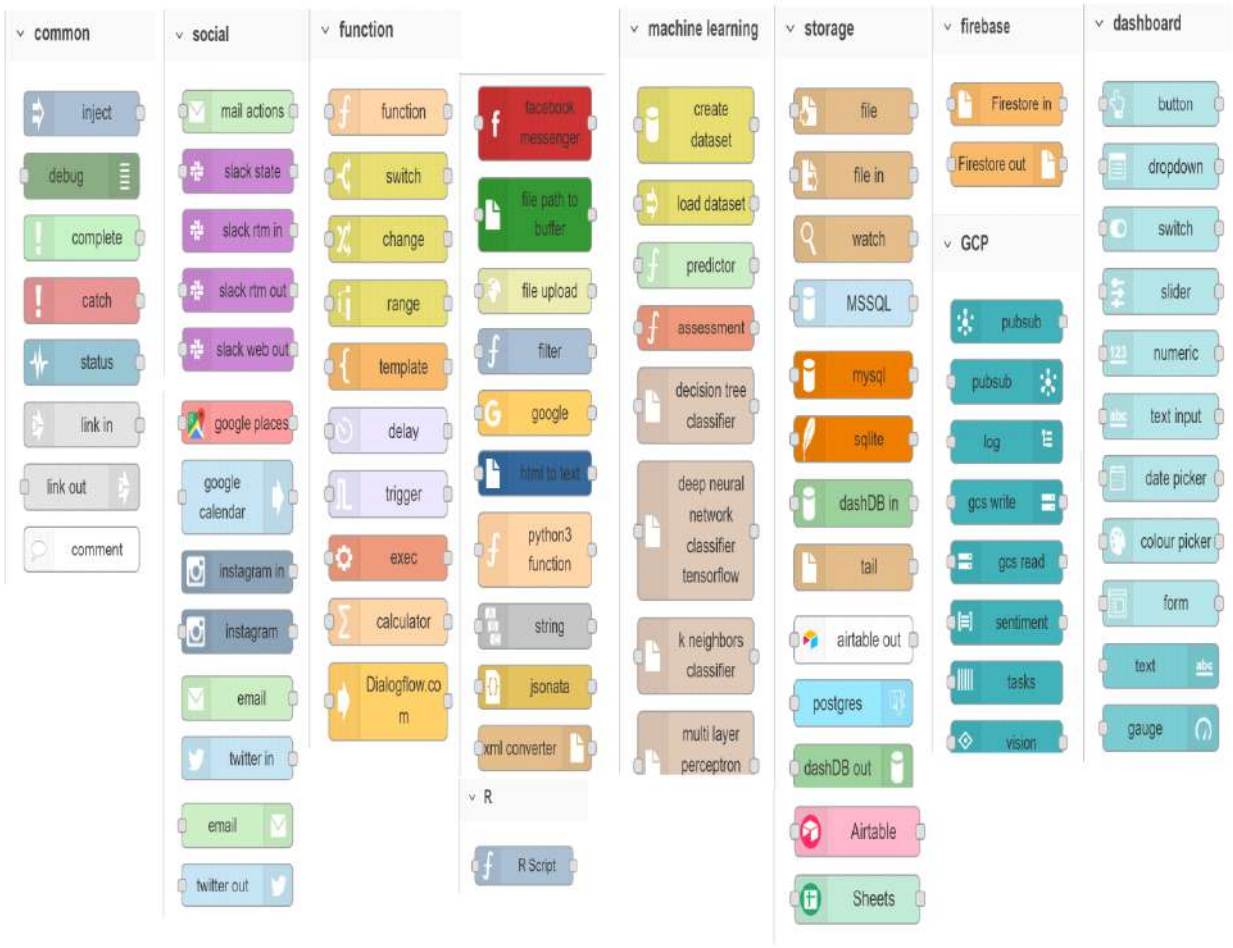


Figure II.2:Nœuds de NR[37]

les nœuds de traitement et les nœuds de sortie (la figure II.3)



Figure II.3:composition d'un flux sur Node-Red[19]

- **Nœuds d'entrée (input nodes) :**

Ces nœuds nous permettent d'entrer les données d'entrée dans le flux. Ils possèdent un carré gris sur le côté droit qui peut être connecté aux autres nœuds. En connectant ce nœud à un autre nœud, vous pouvez envoyer les données d'entrée. [19].

- **Nœuds de sortie (output nodes) :**

Output nodes permettent d'envoyer les données vers le monde extérieur, vers d'autres services, par exemple MQTT. Il y a un carré gris sur le côté gauche auquel ils peuvent être connectés à un nœud d'entrée ou à une fonction. Si on ne souhaite pas envoyer les données à des nœuds de messagerie, on peut simplement déboguer ces messages en utilisant l'onglet «deploy» dans le coin supérieur droit de l'éditeur [19].

- **Nœuds de traitement :**

Les nœuds de traitement sont utilisés pour traiter les données dans lesquelles ils ont un point de terminaison d'entrée avec un ou plusieurs points de terminaison de sortie. Ils sont utilisés pour transformer les types de données, écrire les codes personnalisés et déclencher un message. [19]

- **Tableau de bord(Dashboard) :**

Node-RED Dashboard est un module qui fournit un ensemble de nœuds dans Node-RED pour créer rapidement un tableau de bord de données en temps réel. [19] il est connu aussi sous forme d'une palette qui se compose de plusieurs nœuds [36] comme présente dans la figure II.4.

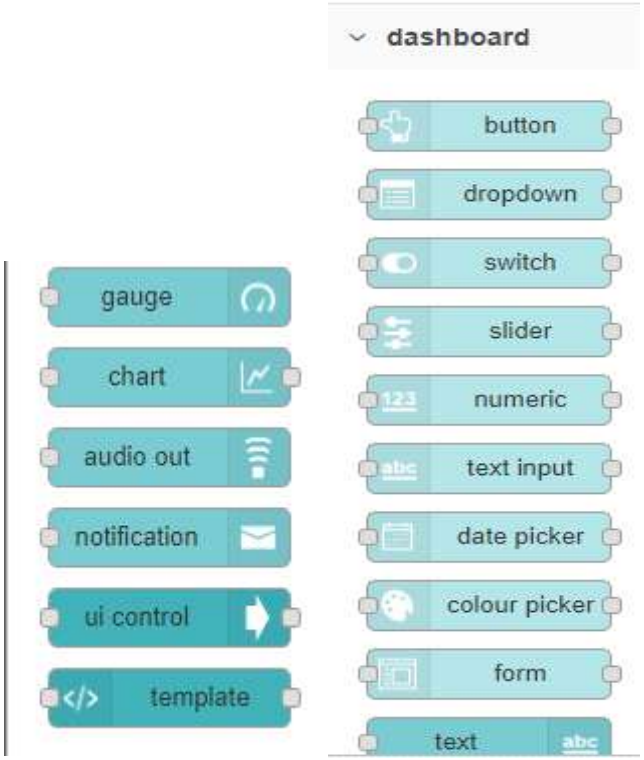


Figure II.4: nœuds de Dashboard[36]

Les nœuds de Dashboard ou du tableau de bord de Node-RED fournissent un ensemble complet de composants d'interface utilisateur qui permettant de créer des tableaux de bord de base adaptés à l'Internet des objets (IoT) : graphiques, jauges, texte de base, ainsi que des curseurs et des entrées. [19] Ces derniers permettent le contrôle ou la supervision des projets IOT. Les figures II.5 et II.6 illustre les différents tableaux de bord créent à l'aide des différents Nœuds.

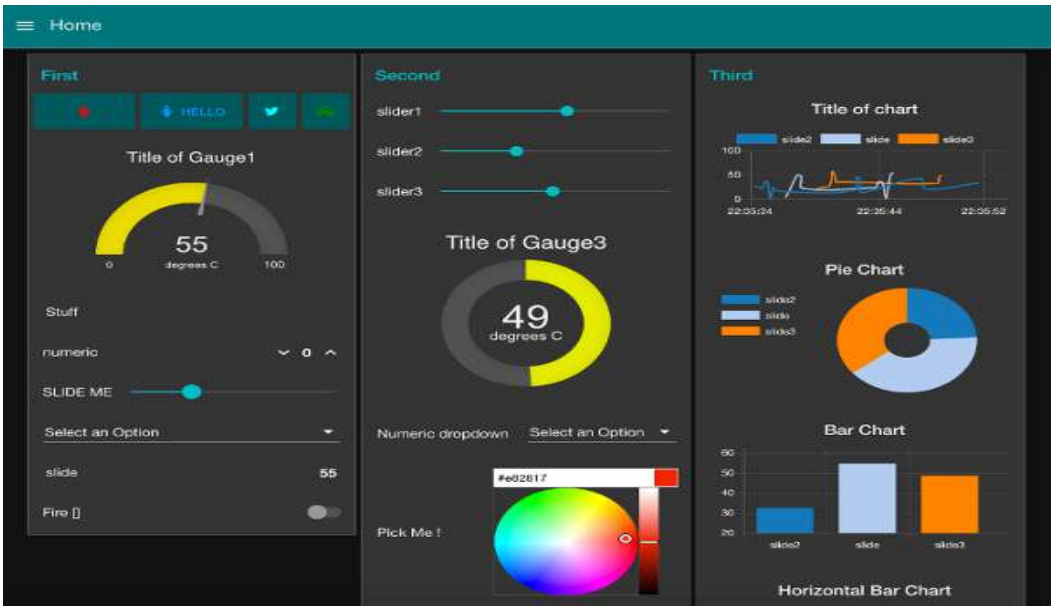


Figure II.5:différents tableau de bord du Dashboard [40]

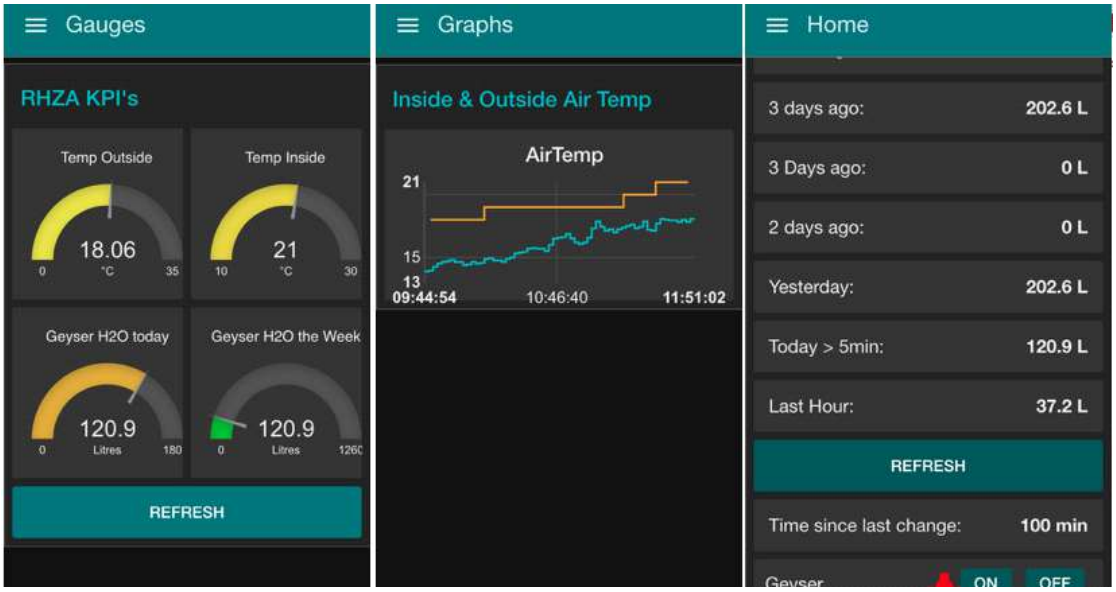


Figure II.6:Dashboard interface [40]

Malgré la diversité des nœuds présenté par Dashboard mais il y aura toujours des situations où vous aurez besoin de quelque chose de personnalisé comme illustre dans la figure II.6. Lesinterfaces du Dashboard peut être accéder depuis le navigateur internet (Google chrome, Opéra, Firefox) en entant l'adresse du node-red et on ajoutant uià la fin par exemple (http:/127.0.0.1 :1880/ui)

2.1.3. Environnement de Node-Red

Présentons un petit aperçu sur l'environnement de node-red (la figure II.7) regroupe l'environnement de node-red):

- Sur la gauche de l'écran se trouvent tous les nœuds disponibles. (inputnodes, output nodes ...etc.)
- Au centre se trouve la zone de programmation.
- Le panneau de droite se compose de [36] :

1. Un onglet info qui regroupe les informations Contextuelles (exemple correspondant à la fonction sélectionnée) [36].
2. Un onglet 'debug' qui renvoie les messages d'erreurs ainsi que les messages de la fonction 'debug' qui se trouve dans les outils output. (A chaque fois que vous voulez Le menu situé à côté du bouton 'Deploy' contient quelques outils supplémentaires :(

view qui permet d'afficher et masquer la grille et import qui permet d'importer des nœuds.)[36].

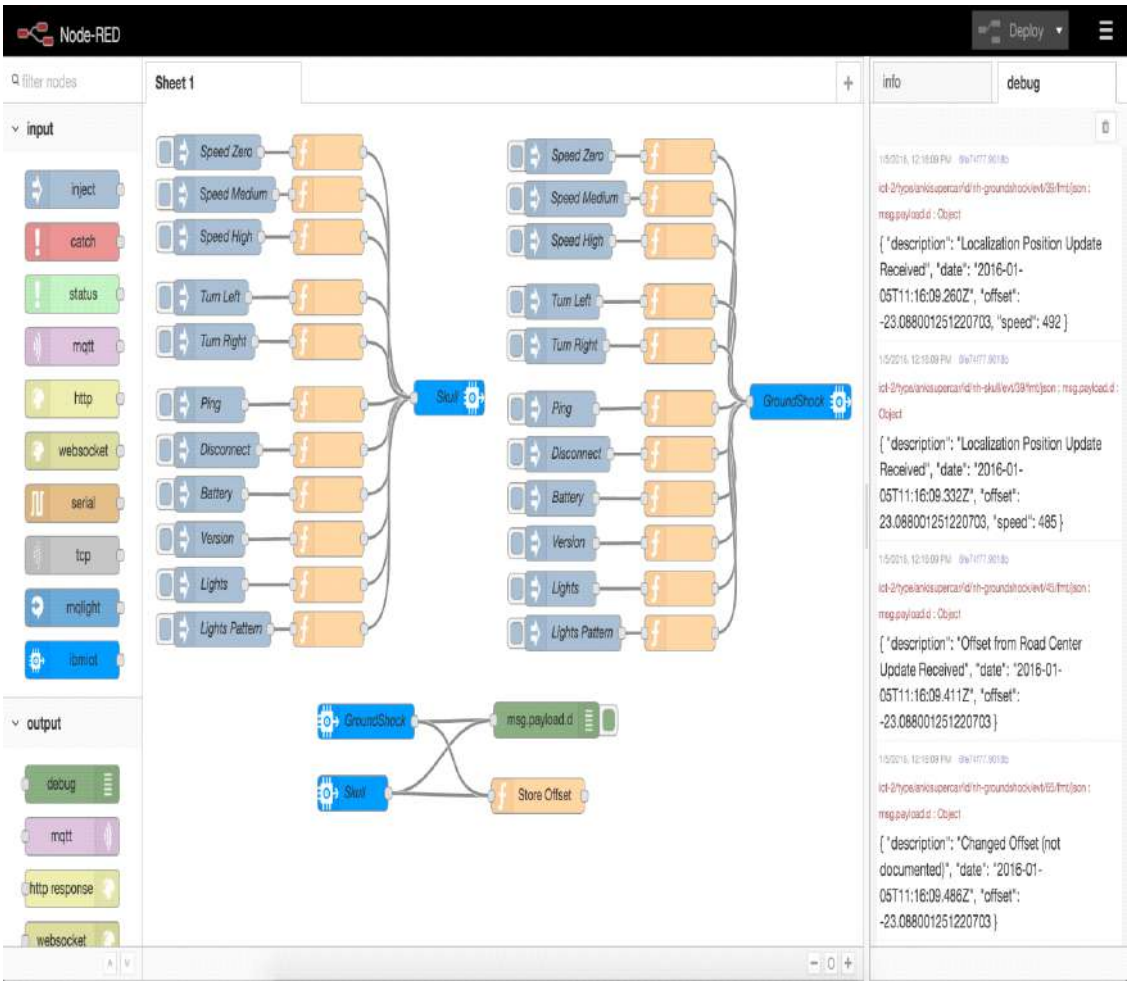


figure II.7:environnement de node-red[41]

2.2. Protocole MQTT

2.2.1. Introduction

MQTT est un protocole de transport de messagerie de publication / abonnement (publish/subscribe) Client Server [36] à la fois extrêmement simple et léger idéal pour l'Internet des objets. MQTT est une abréviation du <Message Queue Telemetry Transport>, autrement dit MQTT est un protocole M2M (Machine-to-Machine) open source [42].

L'efficacité de ce protocole est de plus en plus approuvée dans de célèbres applications comme la messagerie sur le réseau social Facebook. Maintenant, son application pour les applications fondées sur les communications M2M dans l'IoT est largement investiguée. [43]

MQTT a été Créé en 1999 par le Dr Andy Stanford-Clark d'IBM (International Business Machines Corporation), et Arlen Nipper d'Arcom (maintenant Eurotech), en août 2010, IBM a publié le protocole MQTT V3.1 spécification, qui a été utilisé dans le développement de futures normes. Eclipse, et plus précisément le projet Eclipse Paho, a été le premier à déplacer MQTT sur son chemin de normalisation. En octobre 2014, MQTT est devenu une norme OASIS [36].lorsque leur cas d'utilisation était de créer un protocole avec les objectifs suivants: [44]

- Simple à mettre en œuvre.
- Fournir une qualité de service de livraison de données.
- Léger et faible consommation de la bande passante.

Par la suite, la version 3.1 a été libérée de droits en 2010, et le protocole est standardisé par l'OASIS en 2014 dans sa version 3.1.1. : [45].

Ces objectifs sont toujours au cœur de MQTT tandis que l'attention s'est déplacé des systèmes intégrés propriétaires aux cas d'usage de l'Internet des objets. Il y a souvent une confusion quant à la signification appropriée de l'abréviation MQTT. La réponse courte est que MQTT n'a officiellement plus d'acronyme, c'est juste MQTT. La réponse longue histoire raconte que l'ancien acronyme signifiait "Transport de télémétrie MQ" (Message Queuing Telemetry Transport), alors que MQ fait référence à "MQ Séries", un produit développé par IBM qui prend notamment en charge MQTT. Le protocole a été nommé après quand il a été inventé 1999.Il devient un standard ISO (ISO/IEC 20922) en 2016 [45].

Aujourd'hui, avec l'essor de l'IOT, MQTT suscite un intérêt grandissant, dont on peut

Se rendre compte en observant l'évolution du nombre de recherches pour MQTT sur Google Trends(Figure II.8) [36].

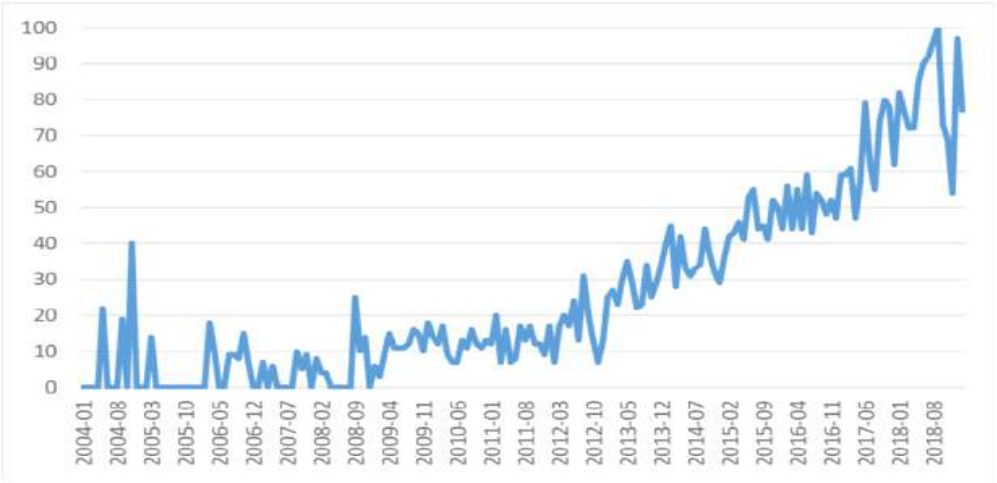


Figure II.8 : Google Trends pour MQTT.[36].

L'efficacité du protocole MQTT a été approuvée pour certaines applications comme : les applications médicales et industrielles. Il s'est avéré même qu'il représente une bonne solution pour les applications mobiles dans des environnements contraints car il présente une faible empreinte mémoire, une faible consommation d'énergie avec une meilleure distribution de l'information aux destinataires.[43] Car ses qualités font de lui un excellent candidat pour les communications au sein de l'Internet des Objets [46], mais il a également été utilisé avec succès par Facebook pour être au cœur de leur système de messagerie à cause de sa performance [46], comme il est utilisé par Amazon web services dans ses passerelles pour permettre la diffusion des données à plusieurs abonnés sur un sujet donné [47]. La norme MQTT décrit le comportement attendu des brokers et clients MQTT, ainsi que les détails du format binaire employé pour les échanges. [48]

2.2.2. Message Queuing Telemetry Transport

Le protocole Publish/Subscribe asynchrone fonctionne avec TCP. C'est un protocole M2M (Machine to Machine) largement utilisé dans l'IOT. Le protocole MQTT déjà mentionnée auparavant est un protocole à message extrêmement léger. C'est pour cette raison qu'il est adopté dans l'écosystème IOT. Presque toutes les plates-formes IOT prennent en charge, le protocole MQTT peut envoyer et recevoir des données à partir des objets intelligents. [43] Trois niveaux de qualité de service sont prévus pour la transmission des messages : [36]

- Fire and Forget : le message est envoyé une fois et aucun acquittement n'est exigé.
- Delivered at least once : le message est envoyé au moins une fois et un acquittement est exigé.

- Deliveredexactly once : un mécanisme en quatre temps assure la délivrance du message une seule et unique fois aquitement si oui ou non.

La figure II.9 représente un Exemple de communication machine-à-machine suivant le protocole MQTT.

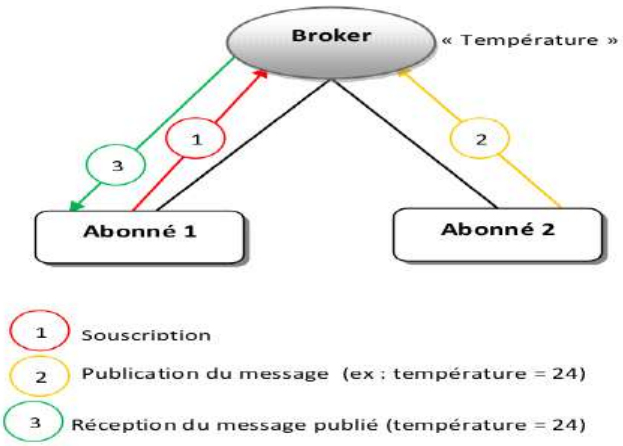


Figure II.9 : Exemple de communication machine-à-machine suivant le protocole MQTT.

Du point de vue architectural, les nœuds capteurs sont des publieurs qui se connectent tous à une entité centrale dite broker. Chaque message est publié au niveau du broker dans une rubrique qui convient au type de la donnée contenue dans le message. Les abonnés peuvent souscrire à plusieurs rubriques. A chaque fois qu'un nouveau message est publié dans l'une des rubriques d'intérêts, il sera immédiatement diffusé aux abonnés intéressés. Comme illustre dans la figure8. [43] La figure II.10ci-dessous illustre un deuxième exemple sur communication machine-à-machine suivant le protocole MQTT.

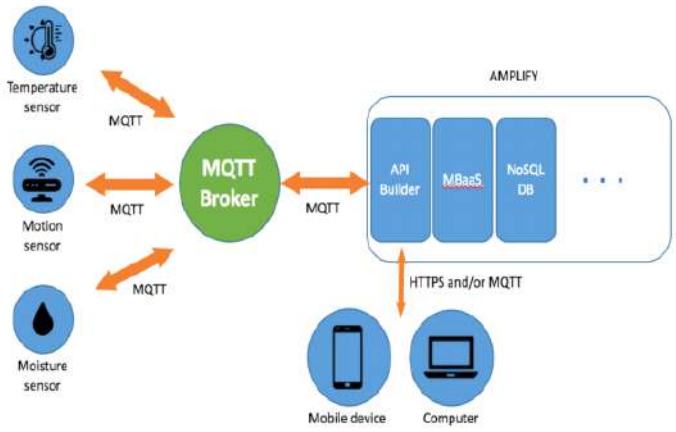


Figure II.10 : exemple sur communication machine-à-machine suivant le protocole MQTT. [36]

2.2.3. Mode de fonctionnement

MQTT est un protocole de publication et de souscription (publish/suscribe) de message. Les clients n'utilisent pas la communication directe entre eux, ils publient des messages sur un broker (appelé aussi courtier), les messages sont composés d'un contenu et d'un sujet (topic) [47].

Le broker garde en mémoire le dernier message pour chaque sujet. Les clients qui sont intéressés par les messages d'un sujet peuvent les récupérer en se connectant au broker. [48]

L'avantage de cette solution est qu'elle permet à plusieurs clients de communiquer même s'ils ne sont jamais connectés en même temps au broker, Ce paterne consiste à organiser les messages par sujets (topics) et à gérer leur distribution selon le principe d'abonnement. Ainsi, toute application peut publier ses messages sur les topics de son choix, tandis que les applications intéressées par les messages d'un topic donné peuvent s'abonner pour recevoir tous les nouveaux messages publiés sur ce topic[48].

2.2.4. Topologies MQTT

Il n'existe pas une topologie particulière d'utilisation, la plus célèbre et simple étant celle avec un seul broker et différents clients, cela ne veut pas dire que d'autres topologies sont erronées au contraire.

D'autres organisations restent évidement possible, avec en particulier les systèmes à base de bridge dans lesquels plusieurs brokers sont utilisés, chacun étant client des autres brokers, comme sur la Figure II.11 et la figure II.12.

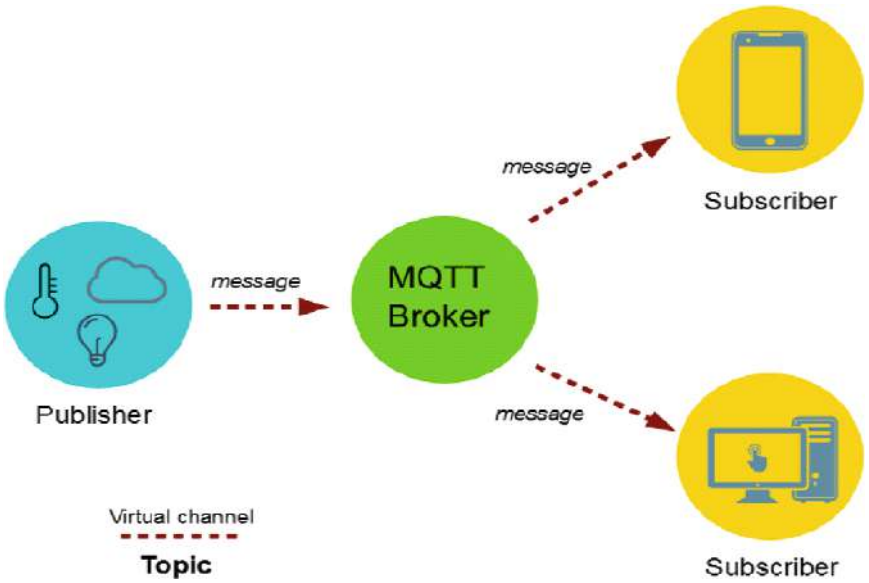


Figure II.11 : Exemple sur les topologies d'un seul Publisher du MQTT[49]

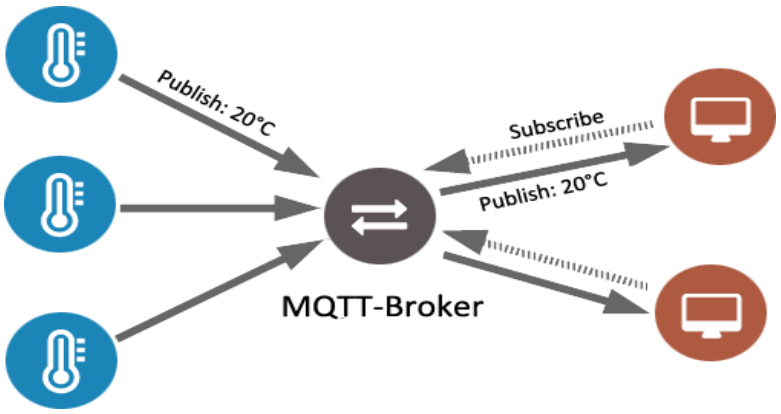


Figure II.12 : Exemple sur les topologies de plusieurs publisher du MQTT[50]

2.2.5. Avantages du protocole

Le protocole MQTT est idéal pour répondre aux besoins suivants : [36]

- Protocole ouvert, simple, léger et facile à mettre en œuvre.
- Idéal pour l'utilisation sur les réseaux sans fils.
- Particulièrement adapté pour utiliser une très faible bande passante.
- Faible consommateur en énergie.
- Très rapide, il permet un temps de réponse supérieur aux autres standards du web actuel.
- Permet une forte fiabilité si nécessaire.

- Nécessite peu de ressources processeurs et de mémoires.

2.2.6. Composants du protocole MQTT

2.2.6.1. Client

Un client MQTT peut être un publisher ou un suscriber les deux étiqueter un client MQTT qui ne fait que publier ou s'abonner (En général, un client MQTT peut être à la fois publisher et subscriber en même temps) [36].

Un client MQTT peut être un microcontrôleur jusqu'à un serveur ,comme il peut s'agit d'un périphérique réellement limité et restreint en ressources, connecté à un réseau sans fil et doté d'une bibliothèque au minimum ou d'un ordinateur typique exécutant un client MQTT graphique à des fins de test, essentiellement tout périphérique possédant une pile TCP / IP et parle MQTT au-dessus.[36]

La mise en œuvre client du protocole MQTT est très simple et vraiment réduit à l'essence et c'est pour cela que ce protocole est parfaitement adapte pour les petits appareils. [36]

2.2.6.2. Broker

Un broker est un composant central du middleware, dont le rôle est de router les messages entre les applications et les clients. La contrepartie d'un client MQTT est le broker MQTT. En fonction de la mise en œuvre concrète, un broker peut gérer jusqu'à des milliers de clients simultanément connectés MQTT. Le broker est principalement responsable de recevoir tous les messages, de les filtrer, de décider qui s'y intéresse et d'envoyer le message à tous les clients subscribers. [36]

Une autre responsabilité du broker est l'authentification et l'autorisation des clients. Et la plupart du temps, un broker est également extensible, le broker est directement exposé sur l'Internet et gère beaucoup de clients et passe ensuite des messages le long de l'analyse en aval et des systèmes de traitement. [36]

Pour conclure, le broker est le hub central pour chaque message qui doit passer. Par conséquent, il est important, qu'il est hautement évolutif, intégrable dans les systèmes back-end, facile à surveiller et bien sûr résistant aux défaillances. [36]

Il existe plusieurs brokers pour MQTT, parmi eux [36]:

- Mosquito, le broker open-source le plus utilisé dans les projets DIY soutenu par la fondation eclipse.org.9 (voir la figure II.13)



FigureII.13:mosquito broker logo[51]

- Jorammq pour l'intégration de MQTT en Java.
- Rabbitmq, un projet open source disponible également avec un support commercial. (voir la figure II.14).



Figure II.14: Rabbitmq broker logo[52]

- EMQTT, un projet développé en Erlang/OTP disponible pour Windows, Mac Os X et Linux. (voir la figure II.15)



FigureII.15: EMQTT broker logo[53]

- Activemq qui permet d'ajouter MQTT à un serveur Web Apache (Développé par la fondation Apache). (voir la figure II.16)



Figure II.16: Activemq broker logo[54]

2.2.6.3. topic:

Un topic ou sujet est une chaîne UTF-8, utilisée par le broker pour filtrer les messages de chaque client connecté. Un sujet se compose d'un ou plusieurs niveaux thématiques. Chaque niveau de sujet est séparé par une barre oblique (séparateur de niveau de sujet) (voir la figure II.17). [36]



Figure II.17:Exemple du topique MQTT [55]

2.2.7. Utilisations de MQTT

Dès le début, MQTT a été développée pour les liens de données à haute latence et faible bande passante utilisés dans l'industrie du gaz et du pétrole. [36] ensuite il a été utilisé par plusieurs applications qui utilisent ce système de transfert de données, De nombreux objets connectés destinés aux particuliers, ainsi que des applications comme Facebook Messenger, reposent sur le MQTT. De même Amazon IoT se base sur ce protocole [36].

La légèreté de ce protocole est ça principale caractéristique car il requiert que des ressources minimales donc il peut être facilement utilisé par les petits microcontrôleurs. Comme citée dans les différents titres le protocole MQTT est utilisée par les OC (objets connectes) principalement pour communiquer entre eux car il leurs permet d'envoyer et/ou de recevoir des messages.

Comme déjà vu ce protocole utilise un broker (Mosquito éclipse ...etc.) qui bénéficie d'une adresse IP fixe et ou un nom de domaine, ce broker peut être installe n'importe où dans le monde. [28]

Dans notre cas on utilise Node-Red alors le broker se trouve chez OVH en France.

2.2.8. Fonctionnement

2.2.8.1. Connexion et Déconnexion

MQTT se sert de connexions persistantes entre les clients et le broker, et exploite pour cela les protocoles de réseau garantissant un bon niveau de fiabilité comme TCP. Pour envoyer les commandes de contrôles, le client doit d'abord s'enregistrer auprès du broker ce qui se fait avec la commande CONNECT, ensuite ce client doit créer une connexion TCP/IP vers le broker à travers un port standard ou un port personnalisé défini par les opérateurs du broker. [48].

Lors de la connexion, le serveur peut continuer une ancienne session s'il reconnaît une identité client précédemment utilisée. Plusieurs paramètres de connexion peuvent alors être échangés, par exemple les identifiants du client ou encore le mode de persistance souhaité. Le broker doit confirmer au client que son inscription a bien été prise en compte, soit indiquer qu'une erreur est survenue en renvoyant un CONNACK accompagné d'un code de retour. [48]

La commande PINGREQ informe le broker que le client est toujours actif, par la suite ce broker répond avec une commande nommée PINGRESP pour informer le client que la connexion est toujours active. Quand le client à l' intention de ce déconnecté il envoie au préalable une commande DISCONNECT au broker pour lui faire part de son intention. Dans le cas contraire, le broker considérera la déconnexion comme anormale et agira en conséquence, en envoyant le message de volonté WILL au nom du client à tous les abonnés. Un message que Le client peut spécifier et conservera l'indicateur dans la charge utile de message CONNECT. [48]

2.2.8.2. Abonnements et Publications

Chaque message publié est nécessairement associé à un sujet aussi connu par le nom Topic ce qui permet sa distribution aux abonnés. Les sujets peuvent être organisés en hiérarchie arborescente, ainsi les abonnements peuvent porter sur des motifs de filtrage que nous détaillerons plus loin. La gestion des abonnements est très simple et consiste en trois commandes essentielles : [48]

- **SUBSCRIBE** : Permet à un client de s'abonner à un topic, une fois abonné il recevra par la suite toutes les publications concernant ce sujet, la bonne réception de cette commande est confirmée par le broker par un SUBACK portant le même identifiant de paquet.

- **UNSUBSCRIBE:** présente la possibilité d'annuler un abonnement, et ainsi ne plus recevoir les publications ultérieures. La bonne réception de cette commande est confirmée par le broker par un UNSUBACK portant le même identifiant de paquet.

- **PUBLISH :** Initié par un client, permet de publier un message qui sera transmis par le broker aux abonnés éventuels. La même commande sera envoyée par le broker aux abonnés pour délivrer le message.

2.2.8.3. Authentifications

Les ports standards sont les suivants : 1883 pour la communication non chiffrée et 8883 pour la communication cryptée utilisant SSL/TLS (Transport Layer Security / Secure Sockets Layer) [36]. Pendant l'établissement de liaison (ou handshake) SSL/TLS initial, le client valide le certificat du serveur afin d'authentifier le serveur. Lors de cet échange, le client peut également fournir au broker un certificat client que le broker pourra ensuite utiliser pour authentifier le client. Bien que cela ne soit pas spécifié dans la norme MQTT, les brokers prennent habituellement en charge l'authentification des clients avec leurs certificats SSL/TLS. [36]

2.2.8.4. Communications

Dans la phase de communication, un client peut effectuer les opérations suivantes : [36]

- Publication, abonnement, désabonnement ou Ping.

- Les abonnements à des sujets sont réalisés au moyen d'une paire de paquets

SUBSCRIBE/SUBACK. Le désabonnement est réalisé de manière similaire à l'aide

D'une paire de paquets UNSUBSCRIBE/UNSUBACK.

2.2.8.5. Terminaisons

Lorsqu'un client souhaite mettre fin à une session MQTT, il envoie un message DISCONNECT au broker, puis met fin à la connexion. On parle d'arrêt progressif, car il permet au client de se reconnecter facilement en fournissant son identité client et de reprendre la session là où il l'avait laissée. En cas de déconnexion brutale ne laissant pas le temps à l'éditeur d'envoyer un message DISCONNECT, le broker peut envoyer aux abonnés un message de l'éditeur que le broker avait précédemment mis en cache. Le message, appelé dernières volo testament, indique aux abonnés les mesures à prendre en cas d'arrêt inopiné de l'éditeur. [36].

2.2.9. Comparaison du protocole MQTT

La Différence entre les protocoles MQTT et HTTP est représentée dans la figure II.18ci-dessus :

Paramètre	MQTT	HTTP
Abréviation	Transport de télémétrie Message Queuing	Protocole de transfert hypertexte
Architecture	Il fonctionne sur le modèle de publication/abonnement.	Il fonctionne sur le modèle demande/réponse.
Complexité	Il a moins de complexité.	C'est plus complexe.
écrase	Il fonctionne sur le protocole de contrôle de transmission.	Il fonctionne sur User Datagram Protocol .
Conception de protocole	La conception de ce protocole est centrée sur les données.	La conception de ce protocole est centrée sur le document.
Taille des messages	La taille du message généré est moindre car il utilise le format binaire.	La taille du message généré est plus car il utilise le format ASCII.
Taille de l'en-tête	Il est de 2 octets.	Il est de 8 octets.
Numéro de port	Il fonctionne sur le port de 1883.	Il fonctionne sur le port 80 ou 8080.

Figure II.18 : La différence entre le protocole MQTT et le protocole http[56]

3. Hardware

3.1. NodeMCU ESP8266

3.1.1. Présentation

Le module ESP8266 est tout simplement un microcontrôleur doté d'un module de communication WIFI. Le Node Mcu est à peu près exactement ce que l'Arduino est, sauf que

le wifi est intégré. Ce module est basé sur l'ESP8266SoC car il est nettement plus puissant que l'Arduino. Le NodeMcu a été exportée au monde en 2014 de part d'Expressif Systems

Qui est une société de semi-conducteurs basée à Shanghai Pour moins de5$US. [57]. (Voir la figure II.19)



Figure II.19:NodeMcu ESP8266[58]

Aujourd'hui il existe plus de 12 versions de modules qui ont été construits a partir de ce composant, chaque version est identifiée par une nomenclature sous la forme: ESP-01, ESP-02 ou ESP-12E...etc. La puce de ce module est fabriquée par tierce society (AI-Thinker). [57]

On peut le comparer avec l'aruino uno comme présente le tableau suivant (Figure II.20)

	Arduino Uno	**ESP8266**
Micro-contrôleur	ATmel ATmega328p	Tensilica Xtensa LX106
Espace d'adressage	8bits	32bits
Fréquence d'horloge	16 MHz	80 MHz
Mémoire flash	32 kio	aucune ***(1)***
Mémoire RAM	2 kio	96 kio
E/S numérique	18 (5V) dont 6 capables de PWM	16 (3,3V), toutes capables de PWM
Entrées analogiques	5 (10 bits)	1 (10 bits, 1V max ***(2)***)

Figure II.20 :Comparaison de l'arduino avec le NodeMcu

Le terme NodeMcu se réfère par défaut au firmware qui permettent de programmer le microcontrôleur en Lua plutôt qu aux kits de développement (il peut être programmé aussi en Arduino IDE). [57] Le NodeMcu apporte beaucoup plus de puissance de traitement qui permet àpeuprès tout commençant par des appareils électroménagers intelligents jusqu'aux robots autonomes.[59]

3.1.2. Comparaison de quelques modèles de microcontrôleurs avec le NodeMCU

La disponibilité des différents choix des microcontrôleurs à la marche présente la variété de choix de ces cartes de développement selon le besoin voulu. Pour un débutant en électronique l'Arduino est le meilleur choix, si le projet voulu nécessite beaucoup de puissance alors l'utilisation du Rapberry Pi est idéale, mais si le projet doit être connecté à l'internet comme le cas de notre projet le NodeMcu fait l'affaire.la figure II.21 illustre l'étude comparative de ces différents microcontrôleurs.

Nom de la carte / Caractéristique	Arduino UNO	Arduino Mega	NodeMCU ESP8266	NodeMCU ESP32	Raspberry Pi B+
Naissance	2005	2010	2014	2016	2016
Prix (DA)	2400	4500	1800	3000	12000
Processeur	ATMEGA 328	ATMEGA 2560	Xtensa L106 Single-Core	Xtensa Lx6 Dual-Core	Broadcom BCM2837
Fmax	16 Mhz	16 Mhz	160 Mhz	240 Mhz	1,2 Ghz
ROM	32 KB	256 KB	512 KB up to 4 MB	4 MB up to 16 MB	MicroSD
RAM	2 KB	8 KB	160 KB	512 KB	512 MB
EEPROM	1 KB	4 KB	1 KB	1 KB	MicroSD
E/S Digitales	14	42	16	23	40
E/S Analogiques	6	16	1	18	0
WiFi	NON	NON	OUI	OUI	OUI

Figure II.21 : Étude comparative de quelques modèles de microcontrôleurs[57]

Nous avons choisi le NodeMcu ESP8266 pour sa grande capacité de calcul 32 bits

3.1.3. Avantages du NodeMcu

- Le NodeMcu est un matériel Open source et extensible [57] : il existe plusieurs versions de ce module, les plus trouvées sur le marché viennent de chez Amica , DOIT ou Lolin& D1 mini /Wemos...etc.
- Bas Prix par rapport aux d autre modules comme le rasberry pi car les couts sont différentes d'un module a l'autre du à leurs spécifications.
- Facilite de programmation : l ESP8266 peut être programmer en Lua via L'IDEArduino avec un grand nombre de bibliothèques déjà disponible pour la création de firmware (Adafruit,DHT...etc.)
- Port USB inclus

3.1.4. Brochage du NodeMCU ESP8266

Le NodeMCU ESP8266 possède un total de 30 broches (pin)nous permettant de le brancher à d'autres périphériques et supportant des fonctionnalités comme PWM, I2C, SPI et UART[57].Et l'image ci-dessous montre les correspondance entre les noms des ports tels qu'indiqués sur la carte, les GPIO et les fonctions spécifiques associées à chacun.(voir la figure II.22)

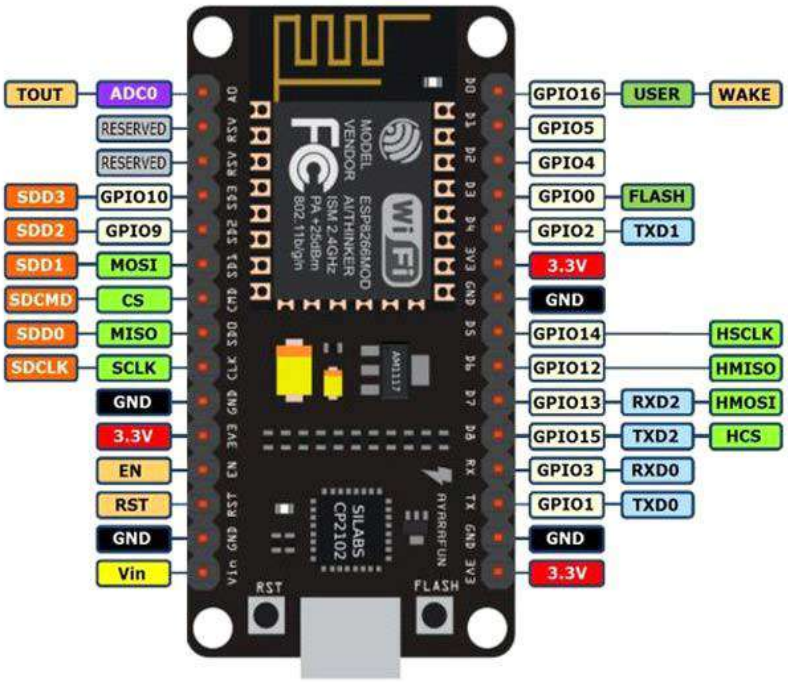


Figure II.22:Datasheet du NodeMCU[61]

Pour une raison inconnue, les numéros de pins écrit sur la carte NodeMCU ne correspond pas à celle de l'ESP8266 et donc pas à celle de l'IDE Arduino lors de la programmation. [57]

3.1.4. Caractéristiques du NodeMcu

Ce module est basé principalement sur la version ESP-12E du ESP8266 avec toutefois des spécificités qui lui sont propres [62] :

- L'interface du module est principalement divisée en deux parties, comprenant le micro logiciel et le matériel, où l'exécution du firmware s'effectue sur le SoC ESP8266 Wifi et le matériel est sur la base du module ESP-12.
- Le micro logiciel est basé sur Lua, un langage de script facile à apprendre, offrant un environnement de programmation simple et un langage de script rapide qui connecte l'utilisateur à une large communauté de développeurs.
- Le firmware étant en open source, donne la possibilité d'éditer, de modifier et de reconstruire le module existant et de modifier constamment l'interface jusqu'à ce que vous puissiez optimiser le module en fonction des besoins voulu.
- Le convertisseur de l'USB en UART est ajouté au module facilitant ainsi la conversion des données USB en données UART qui suivent principalement un langage de communication en série.
- Au lieu du port USB habituel, un port Micro USB est inclus dans le module pour le connecter à l'ordinateur et remplissant un double objectif : programmation et mise sous tension de la carte.
- La carte intègre un voyant LED qui clignote et s'éteint instantanément, indiquant l'état actuel du module s'il fonctionne correctement lorsqu'il est connecté à l'ordinateur. (il faudra installer certains pilotes sur l'ordinateur s'il ne parvient pas à détecter la carte NodeMCU).
- La capacité du module à établir une parfaite connexion WiFi entre deux canaux en fait un choix idéal pour l'intégrer à d'autres périphériques embarqués tels que leRaspberry Pi.

3.1.5. Mise sous tension du module

A partir de l'image de brochage ci-dessus qu'il ya cinq broches des masse GND et trois broches 3.3v sur la carte. [57] Elle peut être mise sous tension de trois manières (voir la figure II.23) [57]

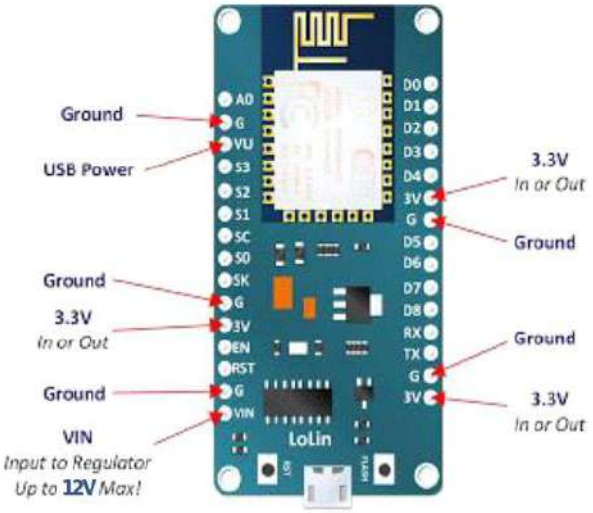


Figure II.23 : Les pins d'alimentation électrique du NodeMCU ESP8266[63]

- Alimentation USB : il s'avère être un choix idéal pour charger des programmes si le projet à concevoir souhaite nécessite une interface séparée, est à dire déconnectée de l'ordinateur.
- Sur pin 3,3V : C'est une autre excellente option pour alimenter le module. Dans le cas d'avoir un régulateur externe, la génération d'une source d'alimentation pour le kit de développement peut être réalisée.
- Sur Vin : Il S'agitd'un régulateur de tension pouvant supporter jusqu' 800 mA. Il peut gérer entre 7 et 12V. Les appareils qui fonctionnent avec de 3,3v ne peuvent pas être alimenter par ce régulateur car il ne peut générer aussi bas que3,3 V et il ne faut pas dépasser les 12 V

3.2. GPS

3.2.1. Module NEO-6M GPS

NEO-6M est un module GPS qui permet de récupérer les données crue de GPS sous la forme de NMEA. Ces données crues doivent être analysée pour obtenir les informations de GPS

comme les coordonnées de location (latitude, longitude, vitesse d'altitude, date et temps on UTC, etc.…).

Le module NEO-6M supporte la communication serial qui permet de communiquer avec les microcontrôleurs. Le débit en bauds de ce module est par default 9600 (voir la figure II.24).

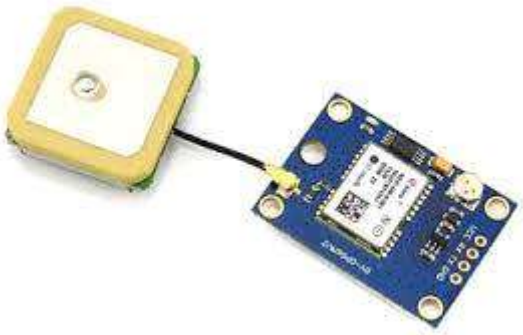


Figure II.24 : Module GPS NEO 6M [64]

Ce GPS contient une antenne extérieure qui peut être connecté avec le connecteur U.F.L (voir la figure II.25)

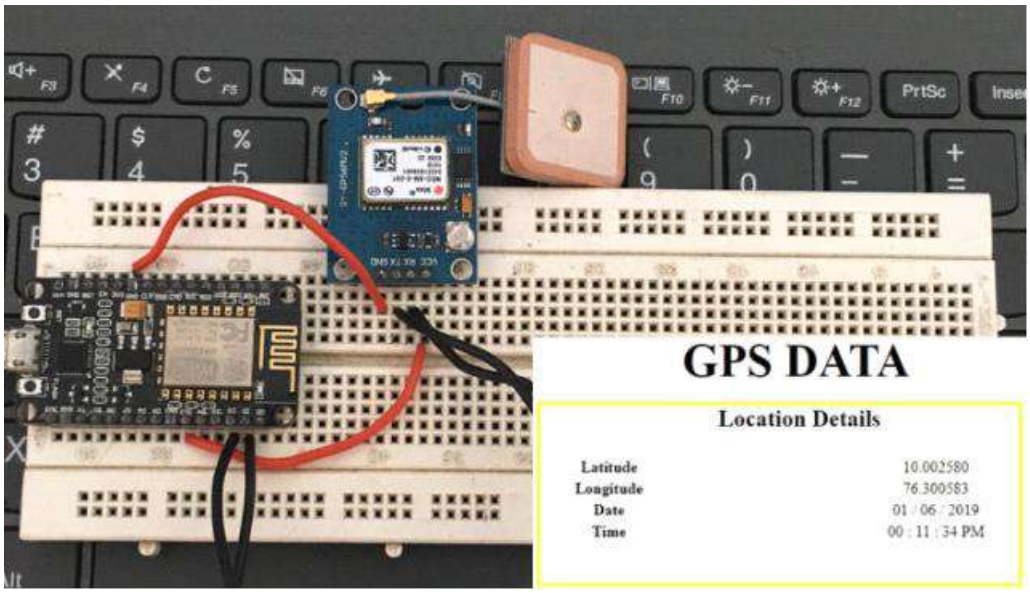


Figure II.25 : module GPS NEO 6M + Le NodeMcu ESP8266 [65]

3.3. Débitmètre

3.3.1. Présentation du débitmètre:

Les débitmètres sont des composants d'instrumentation utilisés pour mesurer le débit d'un liquide ou d'un gaz circulant au sein d'un circuit de tuyauterie. On utilise par exemple les débitmètres au niveau des installations de production d'eaux potables ou de traitement des eaux usées pour mesurer le débit de l'eau ou encore au niveau des raffineries de pétrole pour mesurer le débit de pétrole circulant au niveau des « pipelines ». Dans l'industrie on rencontre différentes technologies de débitmètres parmi lesquelles on peut citer : les débitmètres électromagnétiques, les débitmètres ultrasoniques, les débitmètres thermiques ou encore les débitmètres a effet Coriolis, chaque technologie de débitmètre a ses propres domaines d'utilisation. [66]

Pour le cas de ce projet on utilisera un débitmètre d'eau (voir la figure II.26).



Figure II.26 : Exemple sur le débitmètre d'eau [67]

4. conclusion

Ce chapitre a été pour nous l'occasion de présenter la fameuse carte de développement pour les objets connectés ESP8266 ainsi que le module GPS et le protocole de communication MQTT, aussi nous avons pris en charge la présentation de supervision et le contrôle a travers de l'interface homme machine.

Le chapitre suivant sera dédiée à la partie pratique de notre projet ainsi que la réalisation d'un prototype pour la gestion des camions connectés et contrôlé de NAFTAL.

Chapitre 03

Réalisation pratique

1. Introduction

Après avoir présenté les outils utilisés, que ce soit hardware ou software, dans ce chapitre, on présentera en détails l'implémentation technique et pratique à la fois de la solution proposée point de vue matérielle et programmation. Il s'agit d'une conception et réalisation d'un système d'IOT pour la gestion des camions de transport des carburants de NAFTAL. Pour la validation de travail un prototype est réalisé pour d'éventuels tests et essais.
ce chapitre présente les parties essentielles de la partie pratique du projet où les Etapes de la conception et la réalisation du projet sont présentés comme suit :

- Cahier des charges
- Solutions proposés
- Fonctionnement général du système de gestion des camions de transport des carburants
- Les architectures globales et internes.
- L'implémentation et programmation des différents Softwares
- Les étapes de la réalisation du prototype
- Tests et essais illustrés avec des figures

2. Cahier des charges :

Afin de réaliser notre système d'IoT pour la gestion des camions de transport des carburants De NAFTAL, nous avons tracé des grandes lignes qui sont considérées comme des exigences De notre projet, ce qui rend le but de ce travail clair et précis.

2.1. Sécurité :

2.1.1. Sécurité de cargaison:

Parmi les différents objectifs de ce système la sécurité de notre cargaison, pour lutter contre le vol du carburant, il faut d'abord mettre en place un système qui contrôle la vanne de réservoir, ce système doit empêcher toutes personnes non-autorisées à ouvrir la vanne ce qui permet au vol de la cargaison ou bien pire la vente du carburant au marché noir. Ce système donne l'accès de manipulation que pour les personnes autorisées seulement.

2.1.2. Surveillance du Trajectoire :

La plus grande contrainte des camions de transport est la surveillance de la trajectoire, car il est très difficile de connaitre la trajectoire prise par le chauffeur, s'il ya pas de détour ainsi que le temps mis pour l'arrivée a la destination. Le système proposé permet d'obtenir les coordonnées de notre camion dans n'importe qu'elle moment ainsi que la vitesse et le temps mis pour l'arrivée a la destination. Ce système GPS sécurise de plus en plus le carburant transporté dans le camion NAFTAL.

2.2. Protocole de communication :

2.2.1. Collecte de données à distance :

Un système d'IoT est principalement basé sur la collection des données. Cette opération Consiste de recevoir toutes les données transmises par les capteurs situés dans le camion de Transport que ce soit le niveau de carburant dans le réservoir, les données de débitmètre et les Coordonnées de GPS transmises par la part de module NEO 6M. La mise à jour de données

Collectées est évidente pour savoir instantanément les différents évènements produits dans le Camion de transport.

2.2.2. Contrôle a distance :

Après la collecte et l'analyse de données issues des capteurs, les actionneurs (électrovanne et la pompe) réagissent d'une manière automatique selon un algorithme de contrôle implémenté, il s'agit de faire un contrôle « intelligent ».

2.3. Interface homme machine :

L'interface homme machine (IHM) est le principal outil par lequel les opérateurs peuventcontrôler et superviser le camion de transport de NAFATAL à distance (depuis la salle decontrol). L'IHM développé dans ce projet basé sur le serveur Node-Red, Ce dernier est unlangage de programmation graphique par assemblage de blocs fonctionnels qui permet dedévelopper des objets connectés. Node-Red est un logiciel gratuit (Open Source) soutenu parIBM.

2.4. Base de données (databse) :

Une base de données est compléméntires dans des projets de ce genre car c'est un ensemble organisé et très structurés qui permettant le stockage une très grande quantité des données.

Pour les camions de transport des carburants de NAFTAL, chaque camion est propriétaire d'une table dans la base de données qui permet d'enregistrer tous les informations propre de ce camion.

3. Fonctionnement général du système de gestion des camions de transport des carburants :

Figure III.1 illustre l'architecture globale du système proposé. Le système est basé sur l'internet des objets, c'est-à-dire une communication sans fil à base du protocole MQTT, entrela salle du contrôle et le camion de transport. Ce protocole est considéré comme un pont quipermet de relier avec la salle de contrôle.

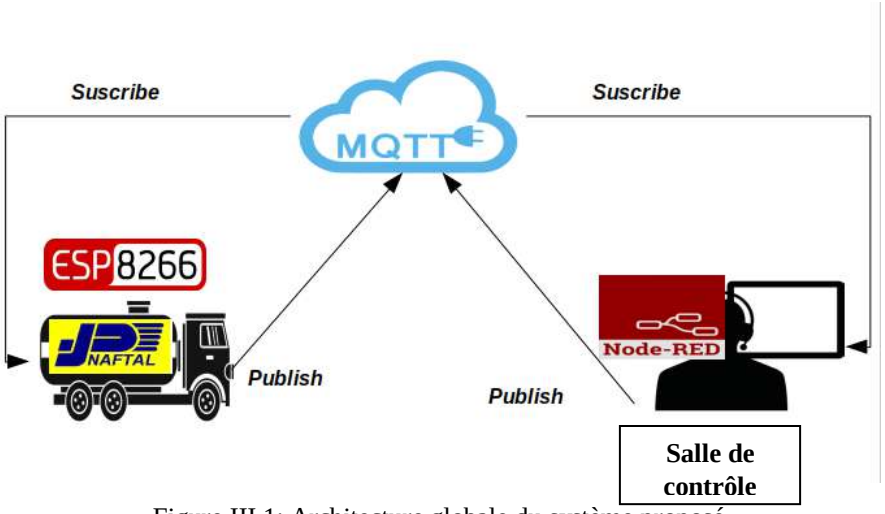


Figure III.1: Architecture globale du système proposé

Figure III.2 présente le schéma de fonctionnement de notre système proposé. Ce système est constitué d'une carte électronique (NodeMCU ESP8266) installés dans le camion et connecté aux composants électroniques (GPS, capteur de niveau, débitmètre, pompe et électrovanne) permettent de transférer les différentes informations (position actuelle, niveau du carburant, quantité du carburant distribuer, etc.) à la salle de contrôle via protocole MQTT. Au niveau de salle de control, une interface Homme-Machine (IHM) basé sur le serveur Node-RED d'IBM a été développé, permettant à l'administrateur de suivi la trajectoire du camion, superviser le niveau du carburant et contrôler la quantité du carburant à distribuer.

A l'arrivée du camion à sa destination voulu le chauffeur actionne un bouton, ceci provoque les opérations suivantes :

- envoi d'un message « arrivée à la destination » destinée a la salle de contrôle.
- L'Envoi du niveau de carburant dans le réservoir acquis par le capteur de niveau situé a l'intérieur de réservoir.
- L'envoi des coordonnées GPS acquise par le module GPS NEO 6M.
- L'envoi des données du capteur débitmètre mesurées.

Toutes ces données sont envoyées directement à la salle du contrôle.

Pour notre système, La salle de contrôle se consiste d'un ordinateur équipée d'une interface homme machine Node-Red. Notre ordinateur doit aussi être équipé d'une connexion wifi et doit être connecté au même serveur MQTT avec L'ESP8266.

Après le reçeption des données envoyées par le camion, les événements suivants se produisent :

- les coordonnées GPS s'afficheront dans un site HTML avec un lien d'un site qui affiche la longitude et l'altitude dans une carte (MAP).
- Le niveau du carburant et le débit mesuré sont affiché dans le Dashboard Node-red. Le Débit sera affichée aussi dans le l'interface homme machine.

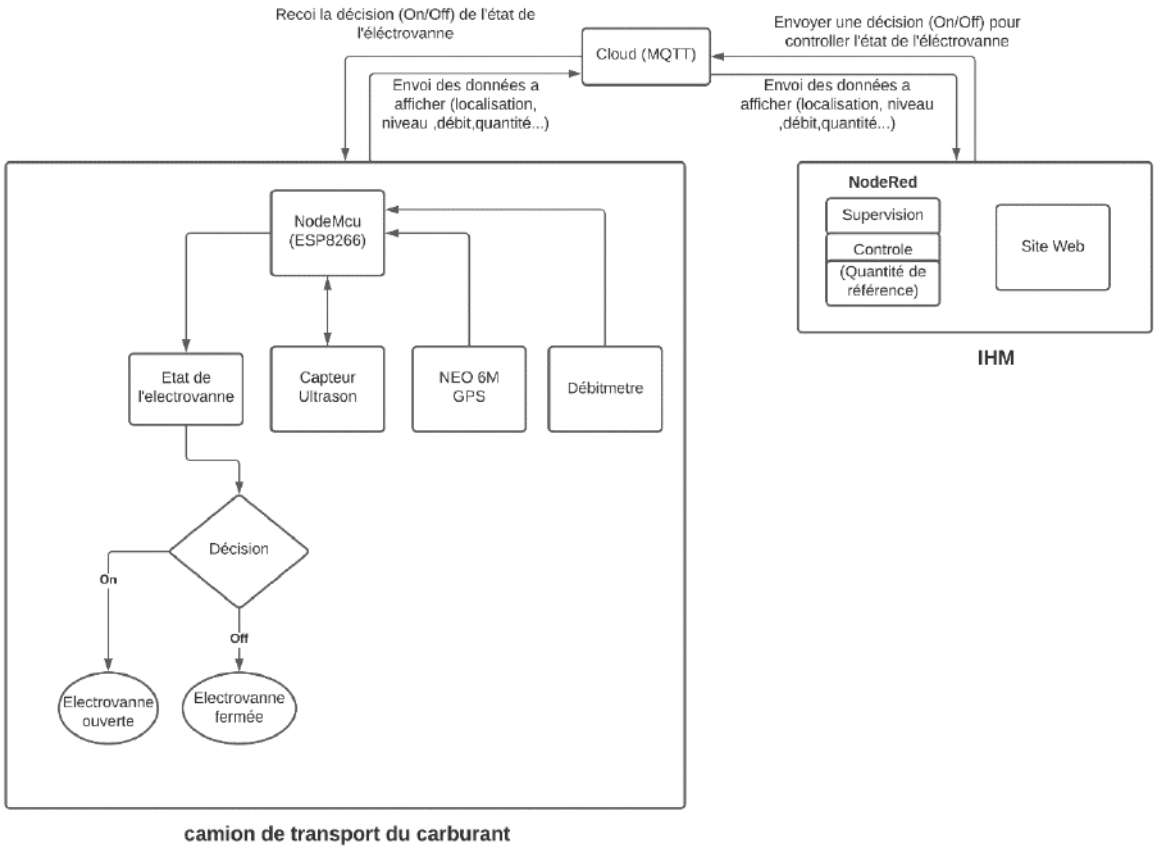


Figure III.2 : schéma de fonctionnement de notre système

4. Besoin matériels et logiciels

4.1. Matériels

Notre solution nécessite les composants suivants :

- Module de développement ESP8266
- Capteur débitmètre a eau
- Capteur ultrasoniques Arduino
- Carte d'essai (Bread-Board)
- Files de connexion.
- Serveur Machine sous Windows (broker).
- Réseaux wifi / point d'accès.

- Pompe
- Relais
- Power supply DC

4.2. Besoin Software

Notre système nécessite aussi des logiciels et des programmes pour mettre notre HARDWARE en marche :

- Arduino IDE sous Windows;
- Protocole de communication : wifi, MQTT, etc.
- NodeRed
- PhpMyAdmin

5. Implémentation

5.1. Protocole de communication MQTT

Le protocole MQTT permet d'établir une connexion internet entre le camion et la salle de contrôle ou l'interface homme machine, car a l'aide de ce protocole on peut envoyer des données sortant de l'ESP8266 vers la salle de contrôle ou vice versa.

Pour ce projet, nous avons utilisée ' HIVEmq public broker', (Figure III.3) C'est un serveur MQTT en ligne exécutée en ligne pas la peine de le télécharger sur notre machine, le cloud servira a recevoir et envoyer les informations reçus par la salle de contrôle ou notre camion, Il sera le moyen de transport des données.

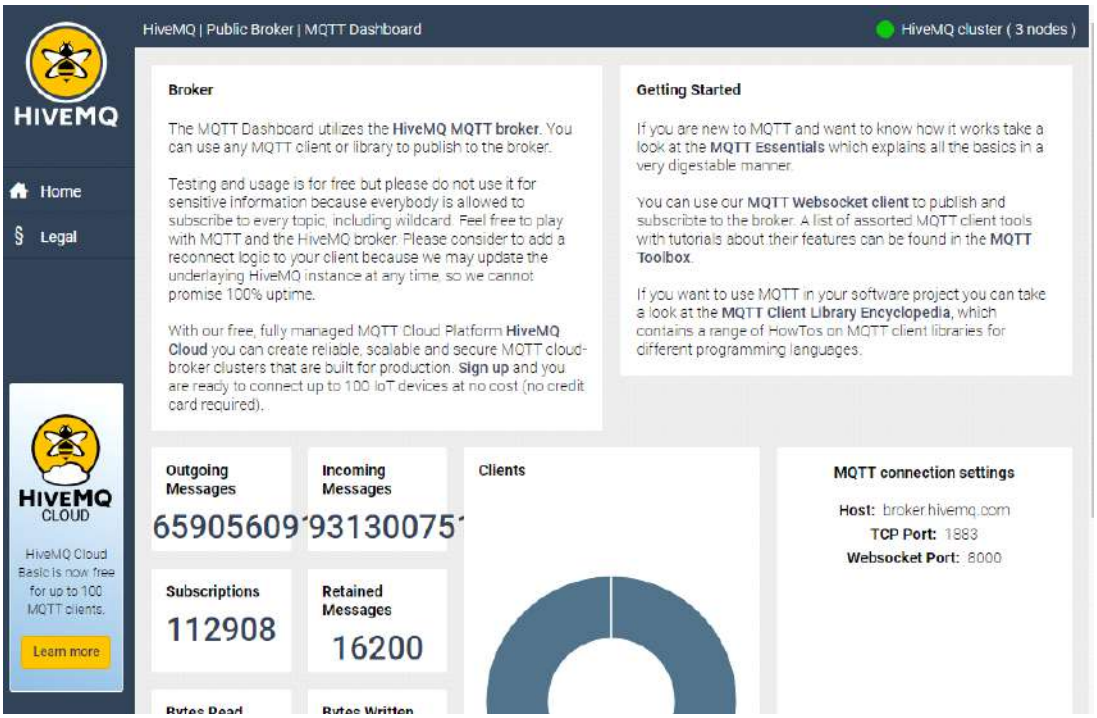


Figure III.3 : HIVEmq public broker

5.2. Programmation de la carte ESP 8266

Le module ESP8266 possède déjà un programmeur intégré alors Pour réaliser notre système, on va programmer La carte de développement ESP8266 on utilisant ARDUINO IDE mais d'abord nous devrions installer Arduino SKETCH et le configurer. Les étapes de cette installation sont les suivantes :

5.2.1. Configuration d'Arduino IDE

Arduino IDE est un logiciel open source, on peut le télécharger depuis le site officiel Sketch, on peut accéder à ce site à travers n'importe quelle navigateur internet.

Apres le téléchargement (voir la figure III.4), nous passerons a la configuration et l'installation des différents bibliothèques nécessaires pour notre programmation.

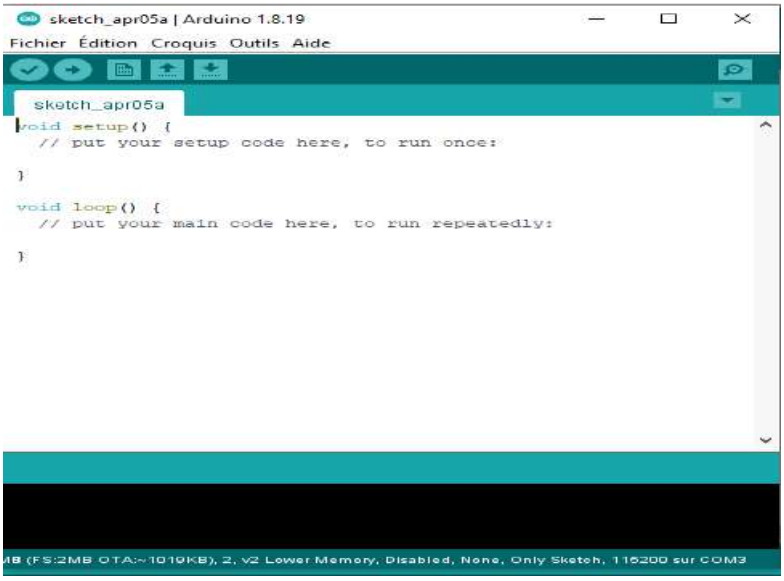


Figure III.4 : Interface d'Arduino IDE

Passons donc à l'installation de notre carte esp8266 dans le sketch Arduino :

- File> Préférences (voir la figure III.5)

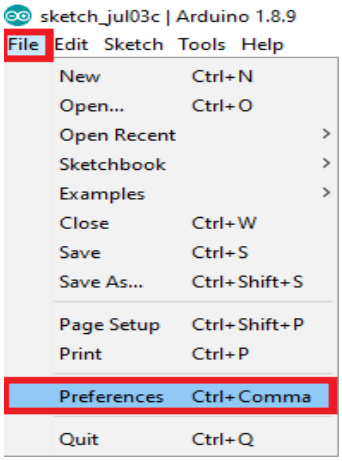


Figure III.5 :1ère étape de la configuration D'Arduino IDE

- Ensuite nous devons ajouter http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.jsonDans "AdditionalBoards Manager URLs" comme illustré dans la figure 7 ci-dessus et puis appyons sur OK. (Voir la figure III.6)

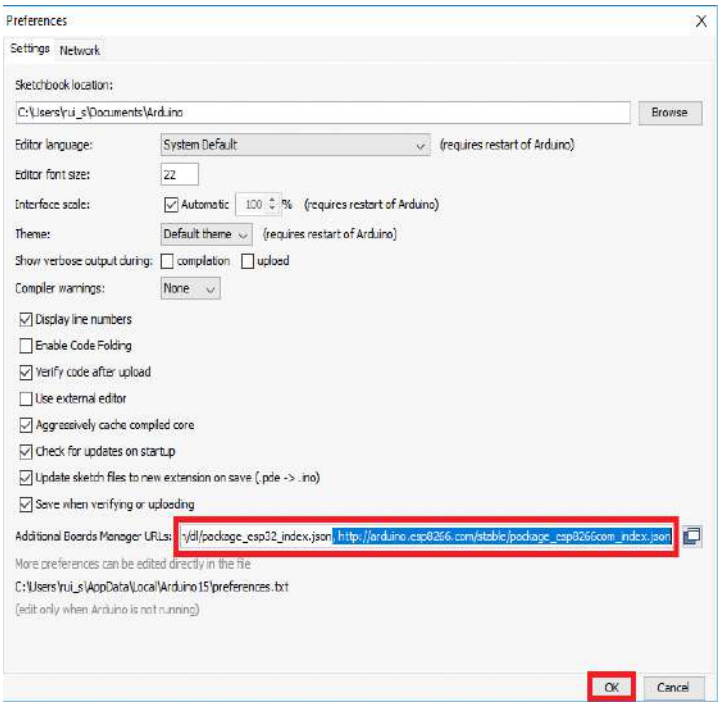


Figure III.6 :2ème étape de la configuration D'Arduino IDE

- L'étape suivante est d'ouvrir le gestionnaire des cartes « Board Manager » et pour cela appuyons sur Tools > Board > Boards Manager (voir la figure III.7)

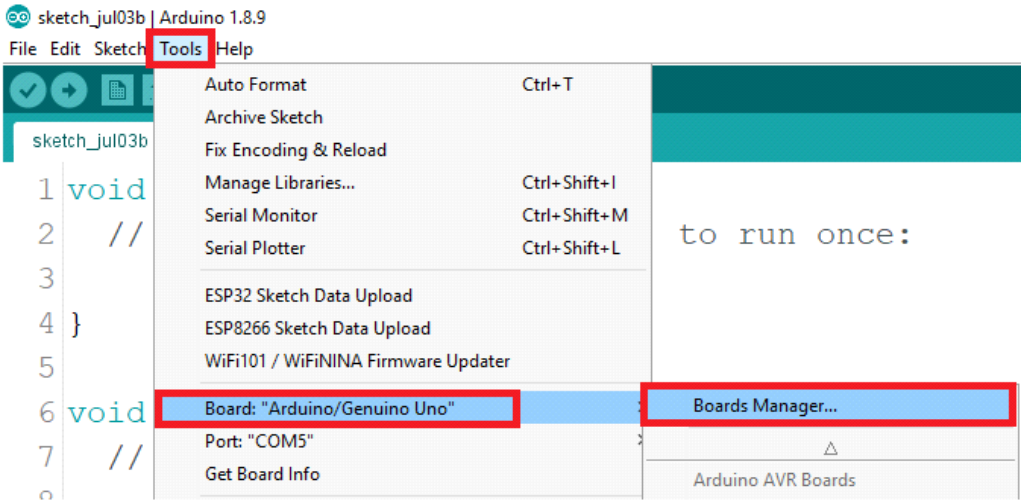


Figure III.7 :3ème étape de la configuration D'Arduino IDE

- Cherchons ESP8266 et puis installons la bibliothèque nommée "ESP8266 by ESP8266 Community"(voir la figure III.8)

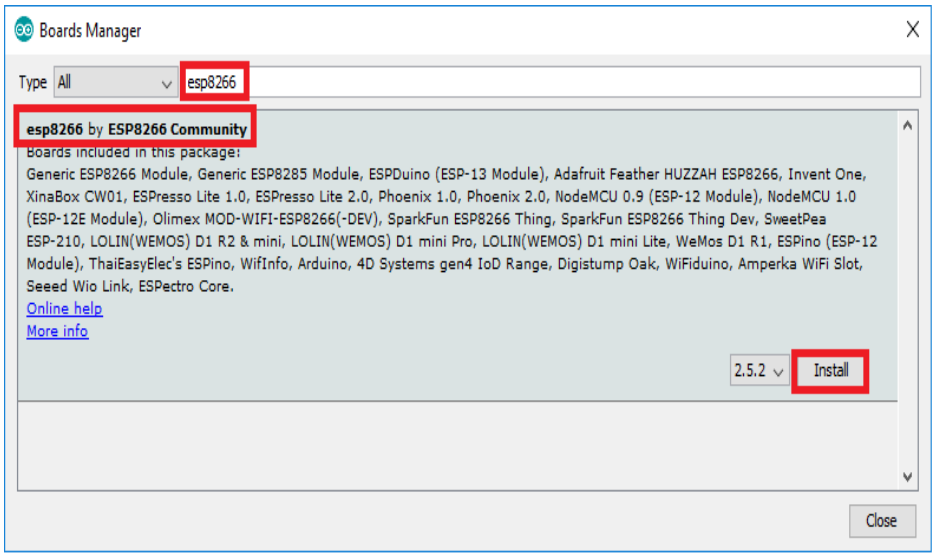


Figure III.8 :4ème étape de la configuration D'arduino IDE

- Installation de la bibliothèque nécessaires pur Arduino IDE

PubSubClient : Cette bibliothèque donne l'accès au NodeMcu de publier /souscrireavec le cloud MQTT.

ADAFRUIT : Contient les drivers nécessaires des capteurs pour les projets IOT

TinyGPS++ : Pour extraire la position, la date, l'heure, l'altitude, la vitesse et le cap des appareils GPS grand public

- Après l'installation des bibliothèques nécessaires dans l'Arduino IDE, il reste une seule étape, celle de choisir la carte et le port (voir la figure III.9)

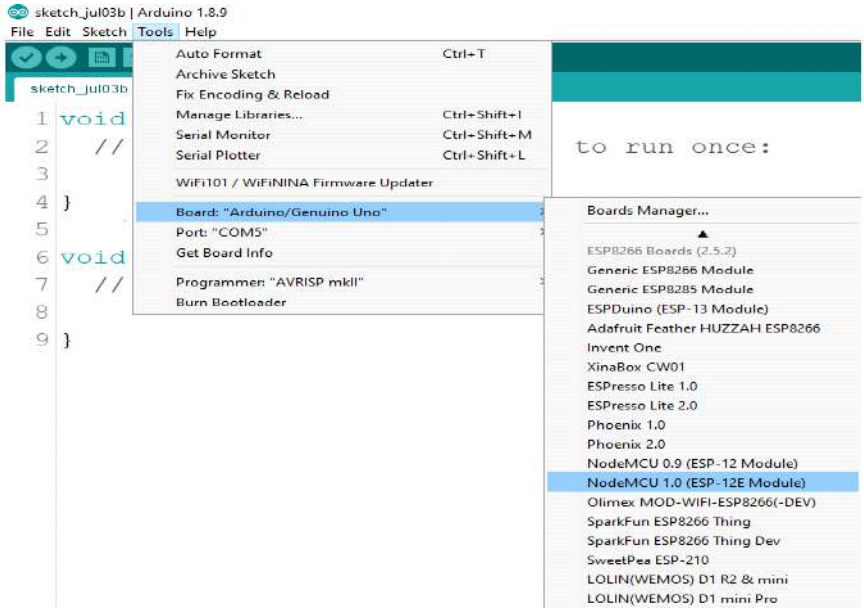


Figure III.9 :5ème étape de la configuration D'Arduino IDE

5.2.2. Uploade du programme

Les lignes suivantes convoquent les fonctionnalités des bibliothèques nécessaires Déjà installées (TinyGPS, ADAFRUIT…etc.) (Voir la figure III .10)

```
#include <TinyGPS++.h> // library for GPS module
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
```

Figure III.10 : les différentes bibliothèques utilisées

5.2.2.1. Programme de capteur débitmètre

Le capteur débitmètre permet de calculer le débit de liquide qui traverse ce capteur a travers du calcul des pulsations crée par l'aimant est capter par le capteur hall, les pulsations sont due au carburant traversée dans le capteur débitmètre (water flow sensor).)La figure III.11, III.12, III.13) illustrent le principe de fonctionnement de ce capteur.

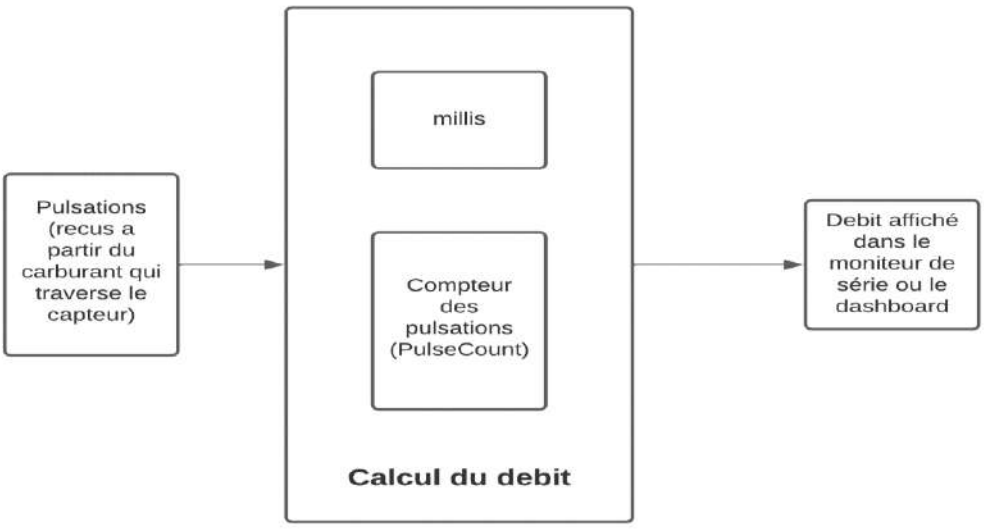


Figure III .11 : fonctionnement de débitmètre

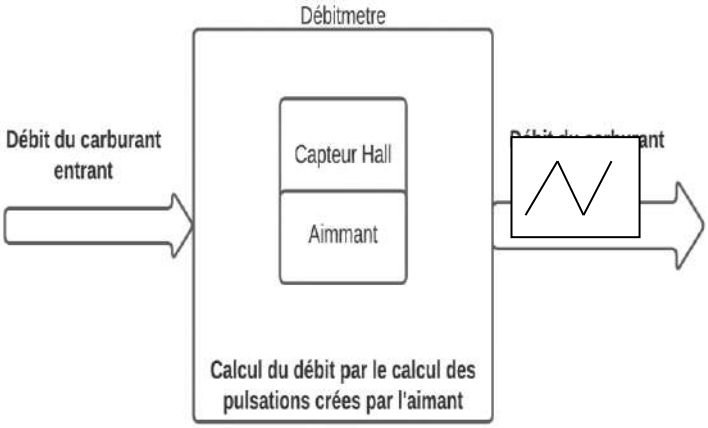


Figure III.12 : architecture interne du débitmètre

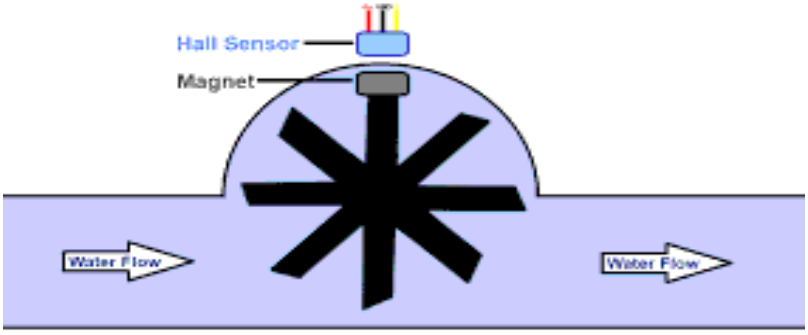


Figure III .13 : illustration de l'architecture du débitmètre[68]

Pour programmer ce dispositif, nous avons fait les étapes suivantes :

- D'abord on doit définir le pin pulse pour notre cas on a utilisé le D7 (voir la figure III.14)

```
#define LED_PIN D7    //gpio13
```

Figure III.14 :1ère ligne du programme du débitmètre

- Voici quelque variables pour enregistrer les valeurs, par exemple 'count' va enregistrer les nombres des pulses. (voir la figure III.15)

```
volatile long pulseCount=0;
float calibrationFactor = 4.5;
float flowRate;
unsigned int flowMilliLitres;
unsigned long totalMilliLitres;
float totalLitres;

unsigned long oldTime;
```

Figure III.15 :2ème ligne du programme du débitmètre

- Ensuite on va créer une nouvelle fonction a pour rôle l'incrémentation du compteur pulse. la fonction « interrupt » va appeler la fonction *« the* pulseCounter() ».(voir la figure III.16).

```
void ICACHE_RAM_ATTR pulseCounter()
{
  pulseCount++;
}
```

Figure III.16 : 3ème ligne du programme du débitmètre

- Sans oublier d'ajuster le compteur des pulsations et le débit à Zéro. (voir la figure III.17)

```
pulseCount        = 0;
flowRate          = 0.0;
flowMilliLitres   = 0;
totalMilliLitres  = 0;
oldTime           = 0;
```

Figure III.17 : 4ème ligne du programme du débitmètre

- Pour les lignes suivantes, on va définir la fonction « attachInterrupt() » , il est spécifié e que le capteur est le pin interrupt extérieur et la fonction « pulseCounter » est appelé quand une pulsation est reçu. (Voir la figure III.18).

```
attachInterrupt(PULSE_PIN, pulseCounter, FALLING);
```

Figure III.18 : 5ème ligne du programme du débitmètre

- Rentrons au vif du sujet, dans la boucle loop(), on va calculer le débit et la quantité de carburant on utilisant le « pulse count » et « millis »(voir la figure III.19).

```
if((millis() - oldTime) > 1000)    // Only process counters once per second
{
  detachInterrupt(PULSE_PIN);
  flowRate = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount) / calibrationFactor;
  oldTime = millis();
  flowMilliLitres = (flowRate / 60) * 1000;
  totalMilliLitres += flowMilliLitres;
  totalLitres = totalMilliLitres * 0.001;
  unsigned int frac;
  Serial.print("flowrate: ");
  Serial.print(int(flowRate));  // Print the integer part of the variable
  Serial.print(".");            // Print the decimal point
  frac = (flowRate - int(flowRate)) * 10;
  Serial.print(frac, DEC) ;     // Print the fractional part of the variable
  Serial.print("L/min");
  Serial.print("  Current Liquid Flowing: ");             // Output separator
  Serial.print(flowMilliLitres);
  Serial.print("mL/Sec");
  Serial.print("  Output Liquid Quantity: ");             // Output separator
  Serial.print(totalLitres);
```

Figure III. 19 : 6ème ligne du programme du débitmètre

5.2.2.2. Programme de Module GPS NEO 6M

D'abord le module GPS NEO 6M sert a localiser notre camion par l'envoi de la longitude et l'attitude celle de la localisation du dispositif et puis l'envoi de la date et l'heure.

La figure III.20 représente un schéma qui résume ce principe

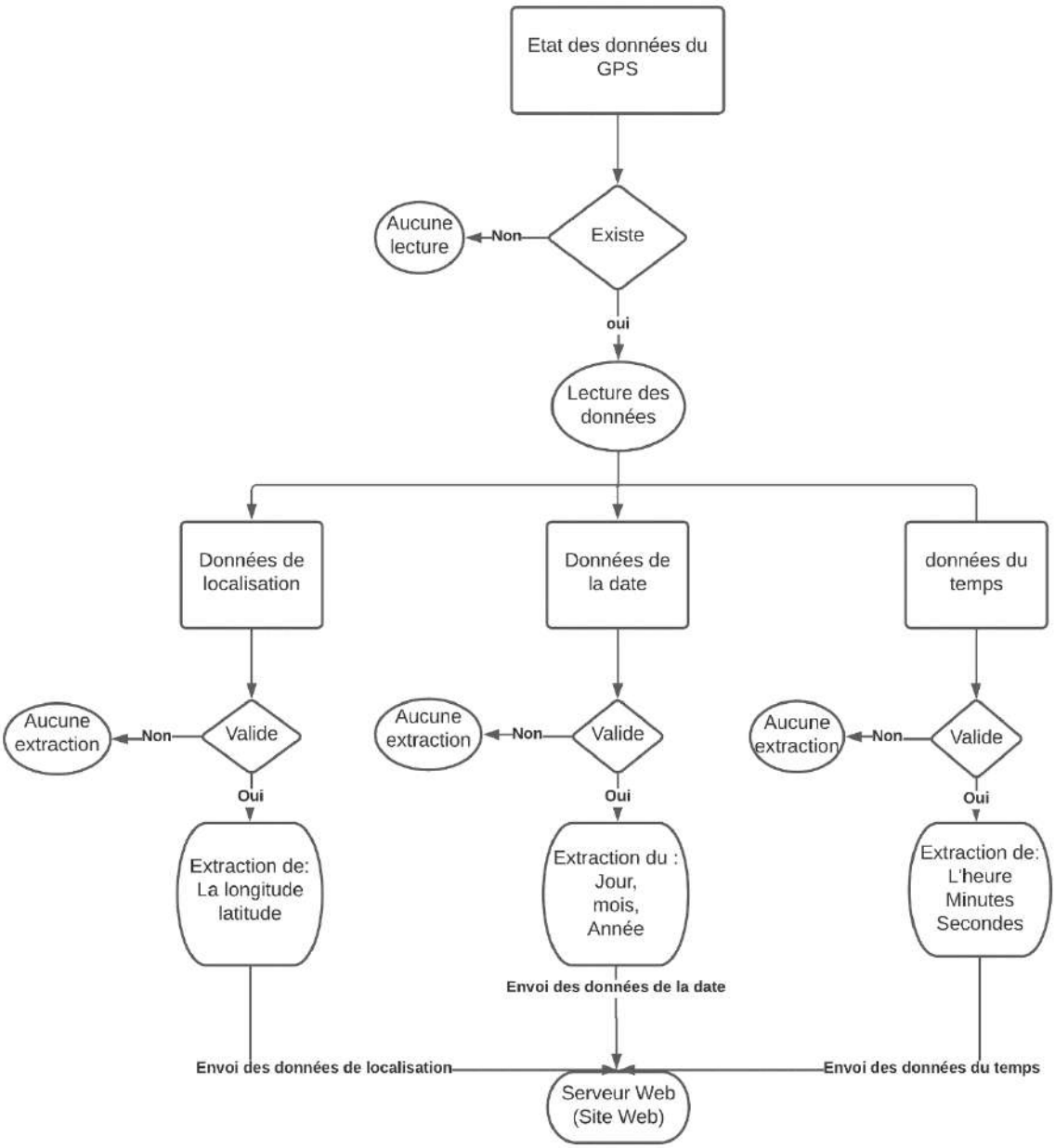


Figure III.20 : Fonctionnement du GPS

Pour programmer ce dispositif, nous avons fait les étapes suivantes :

- En premier on va identifier les pins RX et TX qui seront introduit sous forme des paramètres dans le « SoftwareSerial » aussi connu sous la forme de « SerialGPS »

  - Ensuite, on va créer un objet « TinyGPSPlus » nommée 'GPS' qu'on va l'utiliser ensuite pour acquérir les données.

- Pour le moment on va créer plusieurs variables int ,float et string pour enregistrer les paramètres du GPS.

- L'objet du WiFiServer sera utilisé pour démarrer le Web server. On va passer par le port http de default qui est 80.Ce port sera l'endroit ou le serveur va interagir avec les requêtes.
- Dans la fonction SETUP() on va ouvrir la communication serial pour le port l'ESP8266 et le port GPS.
- Cette partie du code va connecter l'ESP8266 avec la carte resau celle déjà vu. âpres la connexion est établie, l'adresse IP de la carte sera imprimer sur le moniteur de série.
- Dans la fonction loop() il faut d'abord vérifier si les données du GPS sont présentes et ainsi les lires.
- Ensuite on va vérifier si la location est valide ou non. Si la location est valide on va extraire les données de la longitude et l'attitude et puis l'enregistrer sous forme string dans leurs variables. Les variables seront utilisées pour les afficher dans le web serveur.La Figure III.21 illustre le principe de lecture des données duGPS

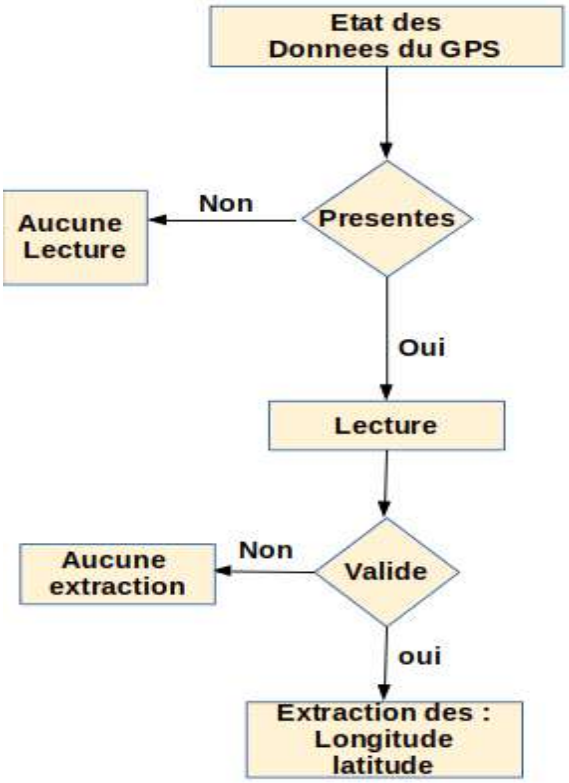


Figure III.21 : Schéma qui décrit la lecture des données du GPS

- On suivra la même procédure pour vérifier une date valide. pour une date valide on va extraire la date, le mois et l »année et puis les enregistrer sous un format string dans leurs propre variables. (voir lafigure III.22).

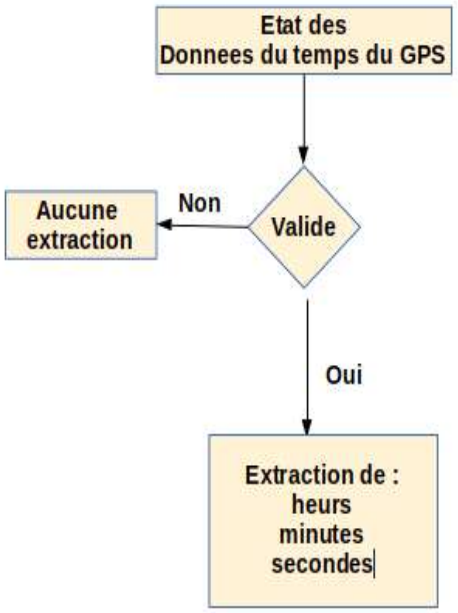


Figure III.22 : schéma qui illustre l'extraction des données du temps

- Même procédure pour l'heure. (voir la figure III.23)

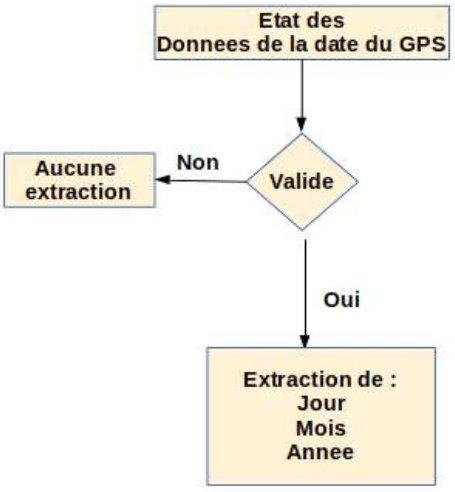


Figure III.23 : extraction des données de la date

- Le client sera connecté au serveur. La réponse qui sera envoyée au client est un string qui contient le code HTML pour le web serveur avec les paramètres du GPS. Nous avons créé

un tableau pour afficher la longitude, latitude, la Date et l'heure. Ces valeurs seront envoyées par le module NEO-6M GPS module.

5.2.2.3. Capteur de niveau

Pour mesurer le niveau du carburant, l'utilisation d'un flotteur est la meilleure solution. Due au restreints et manque du matériel, le capteur ultrason Hc-SRO4 a été utilisé dans notre projet.

Le capteur ultrason est un dispositif électronique qui mesure la distance par les vagues ultrasons qui les émets ensuite il convertie les sons reflétées sous forme d'un signal électrique. La figure III.24 illustre le fonctionnement du capteur Ultrason.

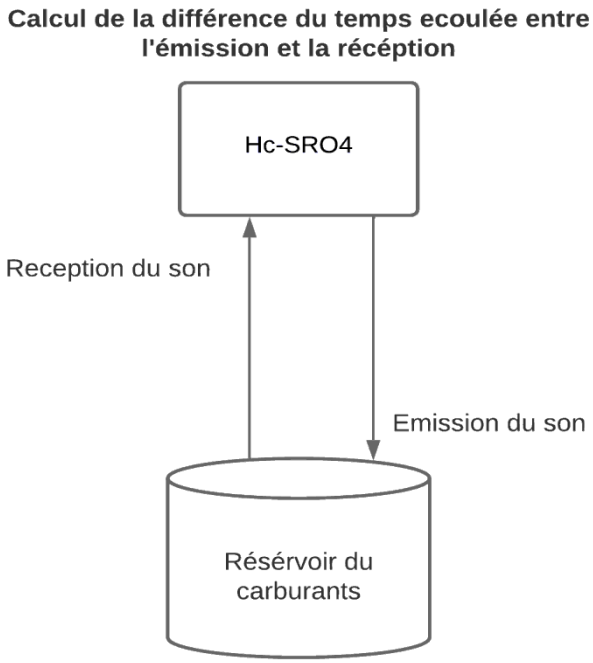


Figure III.24 : fonctionnement du capteur Ultrason

Pour calculer la distance entre le capteur et l'objet, le capteur mesure le temps qui s'écouleentre l'émission du son par l'émetteur et son contact avec le récepteur (équation 1).

$$D = ½ T \times C \quad (1)$$

(Avec D: La distance,T: Le temps, la vitesse des sons ~ 343meteres/seconds).

5.3. Base de données

Une base de données est une collection organisée d'informations structurées, ces derniers sont généralement stockées électroniquement dans un système informatique.

Pour notre projet nous allons créer une base de données avec l'application web phpMyAdmin.

PhpMyadmin est un outil qui permet de créer et gérer une base de données, avec l'avantage de visualiser rapidement l'état de notre base de données et de la modifier sans avoir à programmer. Pour accéder à cette application Web il faut d'abord installer le logiciel XAMPP, pour accéder a l'interface de phpMyAdmin ou on aura l'habilité de créer notre base données il suffit d'appuyer sur le bouton ADMI N (voir la figure III.25).

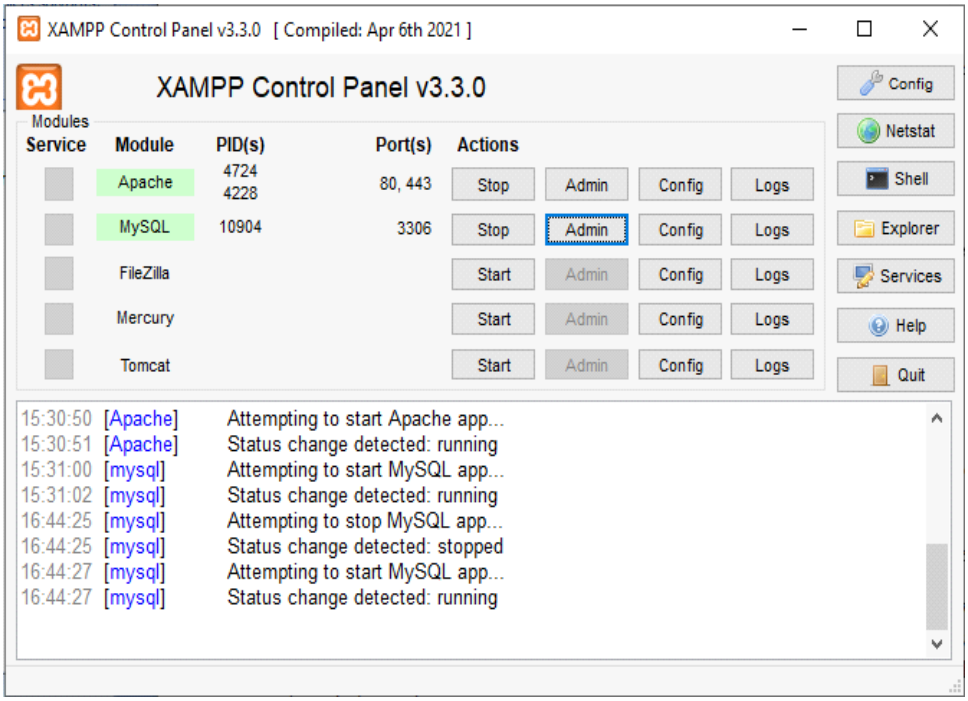


Figure III.25 : L'interface de XAMPP

Une fois dans l'interface de notre application Web, nous pouvons créer la base de données (voir la figure III.26)



Figure III.26 : Création d'une base de données

Notre base prends le nom de 'transport du carburant' et se compose de plusieurs tables chaque table représentera un camion, pour notre prototype nous travaillerons avec une seule table nommée 'camion1', (voir la figure III.27) cette dernière se compose de quatre colonnes suivantes :

- Id : cette colonne sert à numéroter les lignes et s'incrémente automatiquement.
- Date : pour la colonne date, elle contiendra la date des livraisons du carburant.
- Matricule : Cette colonne est dédiée à l'immatriculation du camion.
- Quantité : la quantité des carburants livrés en dehors du réservoir du camion sera enregistrée dans cette colonne.

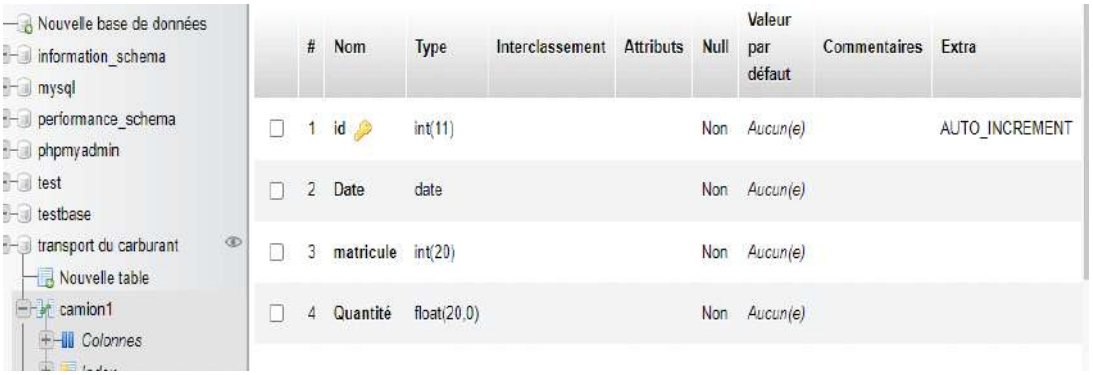


Figure III.27 : table camon1

Le remplissage de notre base de données a été effectué par le serveur Node-RED directement et d'une manière automatique.

5.4. Interface homme machine (NodeRed)

Dans ce projet nous avons utilisé le langage de programmation graphique Node-RED pourétablir notre interface graphique sans oublier le tableau de bord de Node-RED pour faire lecontrôler et la supervision.

Les étapes suivantes démontrent l'installation, la configuration et l'utilisation de ce software.

5.4.1. Installation Node.Js

Pour installer NodeRed il faut d'abord passer par l'installation de Node.js, ce dernier peut être installé par le site officiel [69]

Après l'installation on peut vérifier si l'installation c'est bien passé en entrant la commande : (node—version&&npm-version)

5.4.2. Installation NodeRed

Après l'installation de Node.Js, nous sommes prêts pour l'installation de notre interface homme machine. Tapons la commande suivante dans l'invite de commande CMD (voir la figure III.28) :

```
npm install –g –unsafe-perm node-red
```



Figure III.28 : opération de l'installation de nodejs

5.4.3. Démarrage du NodeRed

Une fois l'installation terminée nous pouvons démarrer NodeRed par une simple commande dans l'invite de commande (voir la figure III.29):

Node-RED

```
Microsoft Windows [version 10.0.17763.1577]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Users\TOPLAPTOP>node'red
'node'red' n'est pas reconnu en tant que commande interne
ou externe, un programme exécutable ou un fichier de commandes.

C:\Users\TOPLAPTOP>node-red
5 Apr 19:56:56 - [info]

Welcome to Node-RED
===================

5 Apr 19:56:56 - [info] Node-RED version: v2.2.2
5 Apr 19:56:56 - [info] Node.js  version: v17.5.0
5 Apr 19:56:56 - [info] Windows_NT 10.0.17763 x64 LE
5 Apr 19:57:14 - [info] Loading palette nodes
```

Figure III.29 : démarrage de NodeRed

Après le démarrage du Server nous pouvons trouver l'adresse IP du server sur l'invite du commande (voir la figure III.30) :

```
5 Apr 19:57:37 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
```

Figure III.30 : l'adresse de NodeRed

Alors il suffît de copier cette adresse IP dans notre navigateur chrome pour y accéder (voir la figure III.31) :



Figure III.31 : Interface de Node-Red

5.4.4. Installation du NodeRed Dashboard

Passons a l'installation du tableau de bord, on suit les étapes suivantes manage palette>install. Puis tapons Dashboard (voir la figure III.32)

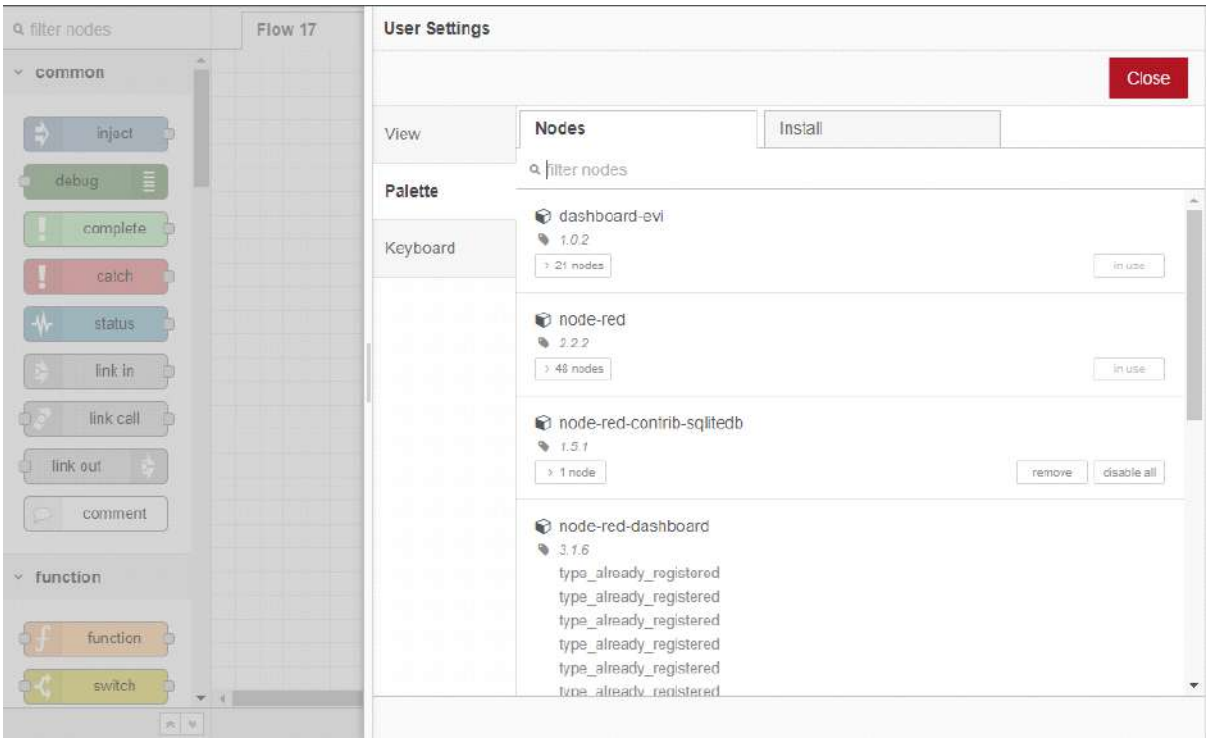


Figure III.32 : Installation du DashBoard

Apres la fin de l'installation les nœuds de Dashboard apparaissent a gauche de notre écran sous le nom de Dashboard. Pour accéder au tableau de bord il suffit d'entrer l'adresse IP du NodeRed on ajoute UI à la fin. (Voir la figure III.33)

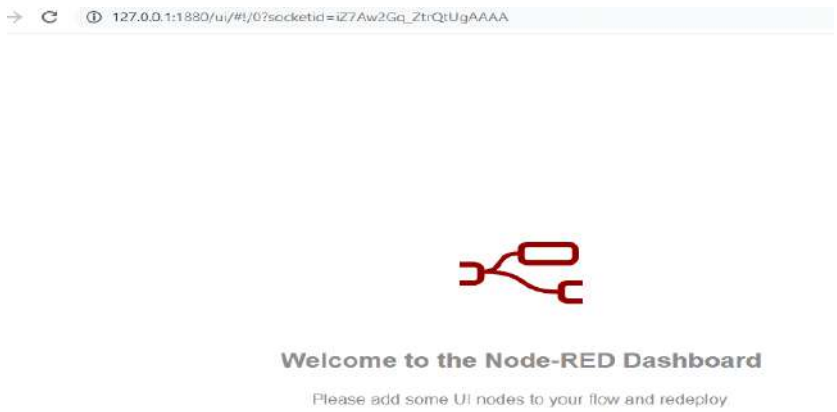


Figure III.33 : Démarrage du Dashboard

5.4.5. Programmation

Rentrons au vif du sujet, la programmation graphique, pour chaque nœud un but derrière, les étapes qui suivent expliquent l'utilité de chaque nœud ainsi que les différentes étapes de configuration.

5.4.5.1. Différents nœuds utilisé

Parmi les raisons pour que nous avons choisi NodeRed est ça possibilité de supporter le protocole MQTT, d'ailleurs NodeRed nous donne l'accès a deux nœuds différentes du MQTT :

5.4.5.1.1. MQTT IN

Le nœud MQTT IN est utilisé pour recevoir des données publiées par un autre appareil « publisher » ça veut dire que le MQTT IN est un « subscriber » (voir la figure III.34).

Prenons l'exemple de notre projet le nœud MQTT IN a été utilisé deux fois, une pour recevoir les données de capteur débitmètre et deux pour recevoir les données de capteur du niveau. Pour les deux cas ce nœud a servi comme un receveur des données publiées par L'ESP8266, ces données ont été mesurées évidemment par le capteur Ultrason et le capteur de débitmètre.

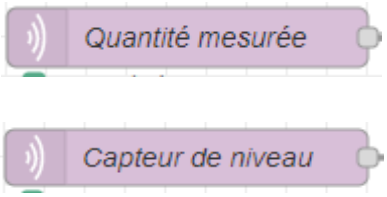


Figure III.34 : Les nœuds MQTT IN utilisée

❖ **Configuration de Nœud de débitmètre**

- Pour le server du MQTT nous avons utilisée : broker.hivemq.com
- Le port utilisé : 1883
- Pour le topic nous avons utilisé :Debitmetre
- Et bien sûr on va nommer le nœud : Quantité mesurée

La figure III.35 illustre les différentes données entrées pour la configuration.

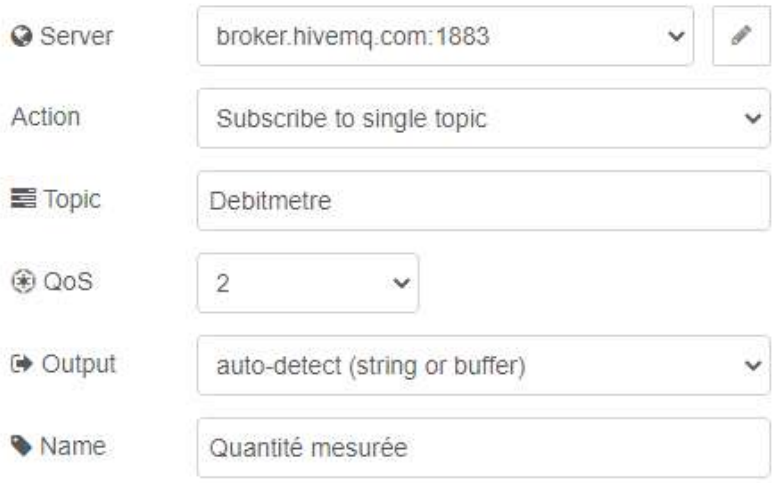


Figure III.35 : configuration du nœud Quantité mesurée

❖ **Configuration du nœud de capteur du niveau**

- Pour le server du MQTT nous avons utilisée : broker.hivemq.com
- Le port utilisé : 1883
- Pour le topic nous avons utilisé : Capteur de niveau
- Et bien sûr on va nommer le nœud : capteur de niveau

La figure III.36 illustre les différentes données entrées pour la configuration



Figure III.36 : configuration du nœud capteur de niveau

5.4.5.1.2. MQTT OUT

A l'opposé du nœud MQTT IN qui est le « suscriber », MQTT OUT est le « Publisher », c'est-à-dire c'est le nœud qui représente le périphérique qui envoi la donnée. (Voir la figure III.37)

Pour notre projet nous avons besoin qu'un seul nœud MQTT OUT celle ce contrôler l'électrovanne.

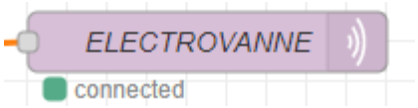


Figure III.37: nœud MQTT OUT 'ELECTROVANNE'

❖ **Configuration du nœud ELECTROVANNE :**

- Le serveur MQTT utilisée est : broker.hivemq.com
- Le port utilisé : 1883
- Pour le topic nous avons utilisé : électrovanne
- Et bien sûr on va nommer le noeud : ELECTROVANNE

La figure III.38 illustre cette configuration

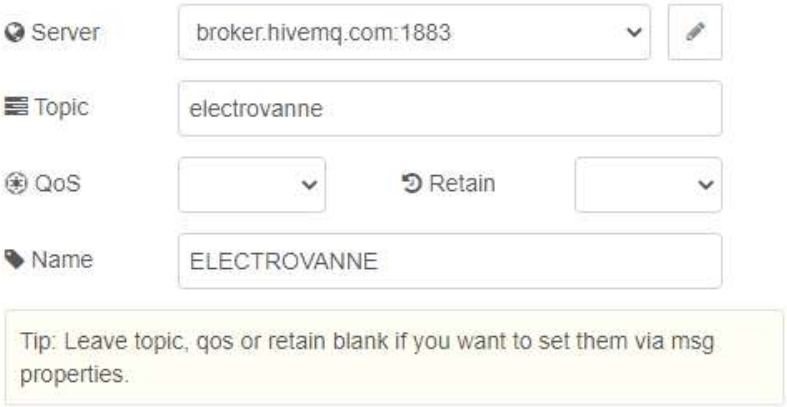


Figure III.38 : configuration du nœud ELECTROVANNE

5.4.5.1.3. Numeric

Nous avons utilisé ce nœud pour entrer la valeur de débit de référence. Ce nœud s'affichera dans le Dashboard sous forme d'une case vide qui nous permettra d'insérer la quantité de référence. (Voir la figure III.39).

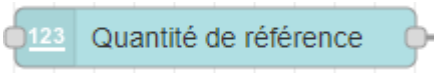


Figure III.39 : Nœud numeric 'Quantité de référence'

❖ **Configuration du nœud Quantité de référence :**

Ce nœud sera affiché dans le groupe « contrôle » .La figure III.40 illustre la configuration.

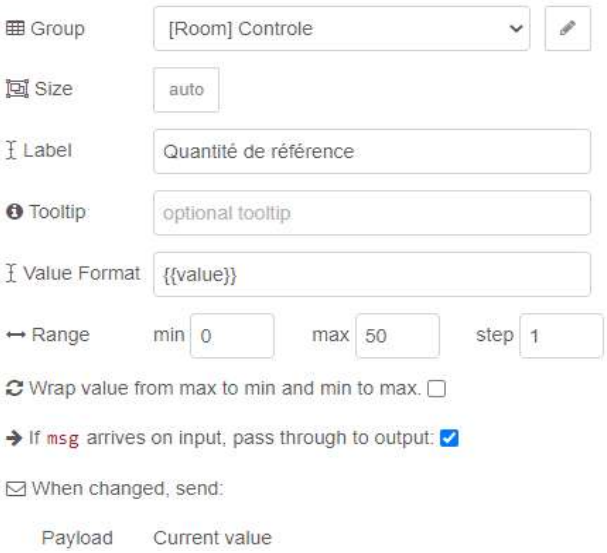


Figure III.40 : Configuration du nœud Quantité de référence

5.4.5.1.4. Nœuds d'affichage « gauge » et « chart »

Les nœuds gauge et chart sert a affiché les formes graphique souhaitée que ca soit une gauge, graphe ou niveau. Pour notre projet nous avons utilisée 4 nœuds d'affichage, la figure III.41 suivante représente ces nœuds :

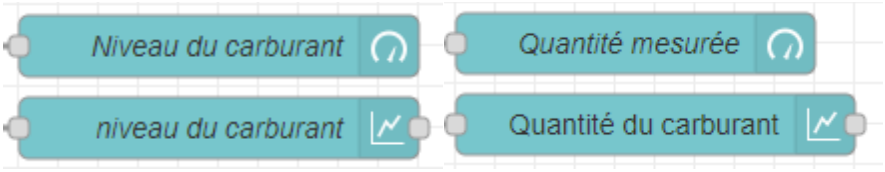


Figure III.41 : les nœuds d'affichage

- Pour la quantité mesurée, elle sera affichée dans le dashboard sous forme d'une « donut » dans le groupe supervision sous le nom de 'Quantité du carburant' (voir la figure III.42)

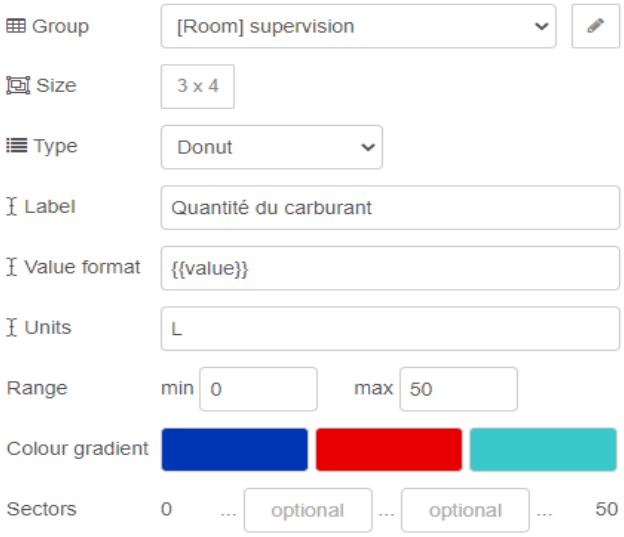


Figure III.42 : Configuration du nœud Quantité mesurée

- Le niveau du carburant prends la forme ‘Level’ et s’affichera dans le groupe supervision aussi, la figure III.43 suivante représente ca configuration.

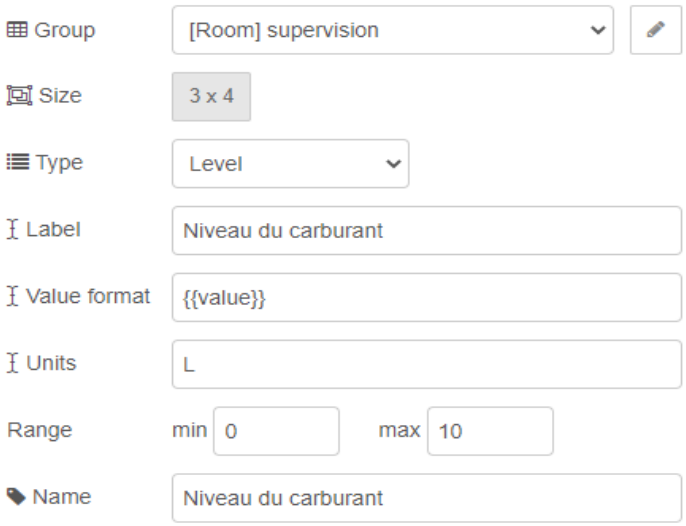


Figure III.43 : configuration du nœud Niveau du carburant

5.4.5.1.5. Les nœuds de notification

Pour ce projet les nœuds de notification permet d’afficher une notification sur l’état de l’électrovanne (voir la figure III.44)

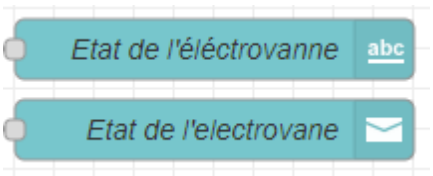


Figure III.44 : les nœuds de notification

On a utilisée deux nœuds différents : le premier pour afficher une notification en haut a droite de l'état de l'électrovanne (ON/OFF) (voir la figure III.45)

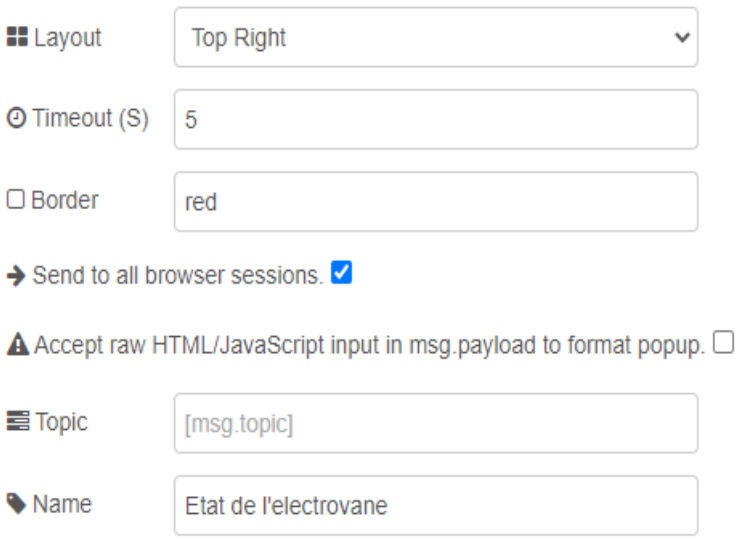


Figure III.45 : Configuration du nœud notification 'Etat de l'électrovanne'

Le deuxième nœud permet d'affiche un texte sur l'état de l'électrovanne dans le groupe « contrôle » (voir la figure III.46)

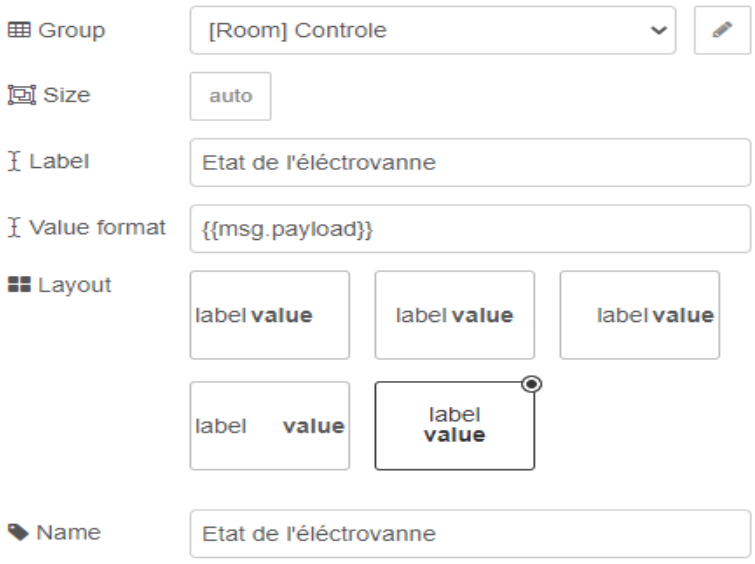


Figure III.46 : Configuration du nœud texte 'Etat de l'électrovanne'

5.4.5.1.6. function

Le nœud fonction sert a créer un nœud personnalisée en tapons le programme voulu.

Pour Réaliser le projet de transport du carburant, nous avons utilisé trois nœuds fonction :

- Un nœud fonction nommée' Quantité mesurée' (voir la figure III.47) qui sert a convertir le message reçus par le capteur Débitmètre au format utilisée pour la comparaison, (voir la figure III.48)



Figure III.47 : nœud fonction 'Quantité mesurée)

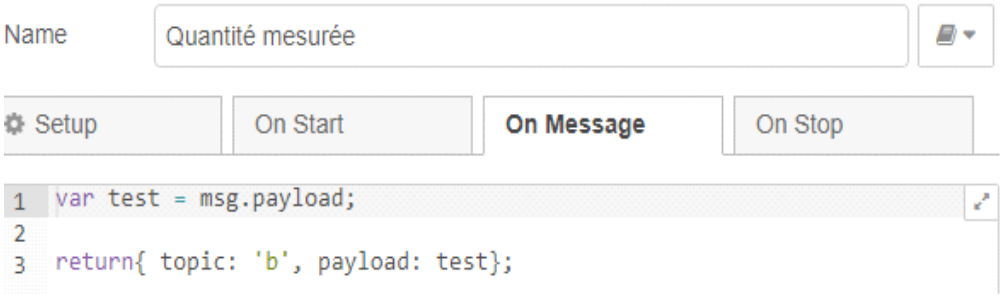


Figure III.48 : Configuration du nœud fonction 'Quantité mesurée)

- Un nœud fonction nommée 'Quantité de référence' (voir la figure III.49), que nous l'avons configuré comme suivant (voir la figure III.50), qui sert à convertir la valeur quantité de référence

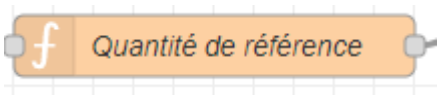


Figure III.49: Nœud fonction 'Quantité de référence'

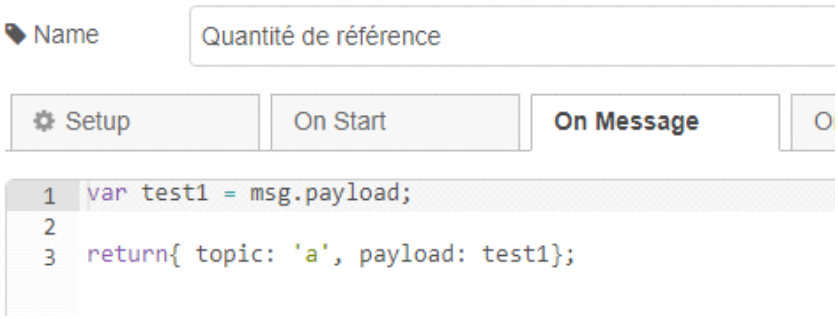


Figure III.50: Configuration du nœud fonction 'Quantité de référence)

- Pour le troisième nœud. On présente de comparaison (voir la figure III.51), Ceci sera utilisée pour comparer la valeur sortante du Quantité de référence avec la valeur convertie de Quantité mesurée (voir la figure III.52)

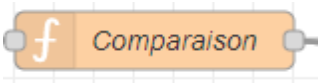


Figure III.51 : nœud fonction (Comparaison)

```
context.node = context.node || 0;
context.node1 = context.node1 || 0;

if(msg.topic == 'a'){
    context.node = msg.payload;
} else if (msg.topic == 'b'){
    context.node1 = msg.payload;
}

if (context.node < context.node1){
    return{ topic: 'Electrovanne', payload: 'OFF'}
}else{
    return{ topic: 'Electrovanne', payload: 'ON'}
}
```

Figure III.52 : configuration du nœud fonction ‘comparaison’

- Le nœud de la figure III.53 sert à injecter les données à notre base de données (Date, matricule, Quantité du carburant).nous l’avons configuré comme suivant (voir la figure III.54)

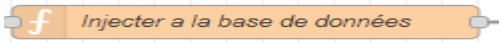


Figure III.53 : Nœud de fonction ‘injecter a la base de données’

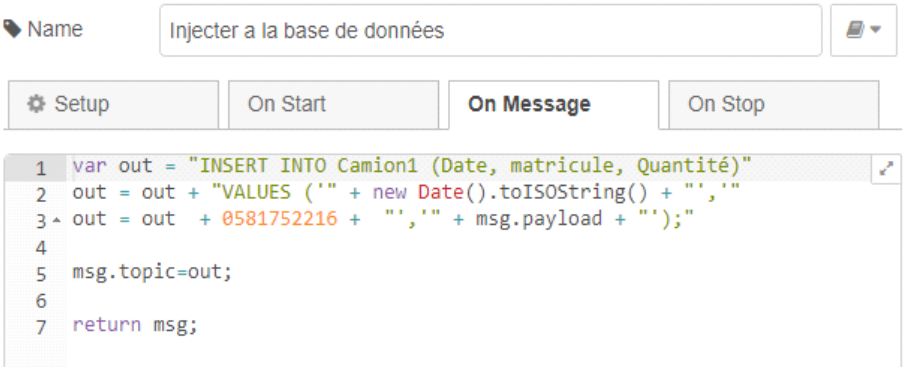


Figure III.54 : Configuration du nœud ‘injecter a la base de données’

5.4.5.1.7. MySql

Le nœud Mysql (voir la figure III.55) sert a envoyer les données depuis NodeRed vers la base de données. ce nœud sert a:

- Envoyer les données reçus par le débitmètre dans la colonne Quantité
- Envoyer les données de la date dans la colonne Date
- Et enfin les données d'immatriculation dans la colonne matricule

Les Figures III.56, III.57 illustrent la configuration interne du nœud Mysql.



Figure III.55 : nœud mysql 'Db transport du carburant'

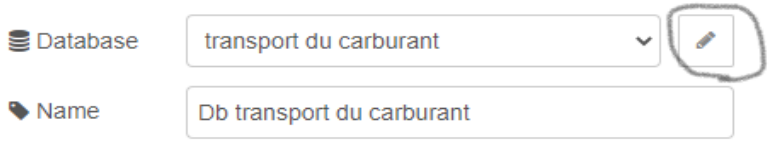


Figure III.56 : Configuration du nœud mysql



Figure III.57 : configuration du nœud 'Db transport du carburant'

5.4.5.1.8. Trigger

Pour notre cas le nœud trigger sert à envoyer les données reçus par le nœud injecter a la base de données chaque 10s et ceci pour éviter le spam de données dans la base de données. (Voir les figures III.58, III.59)

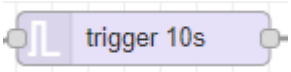


Figure III.58: nœud trigger 10s

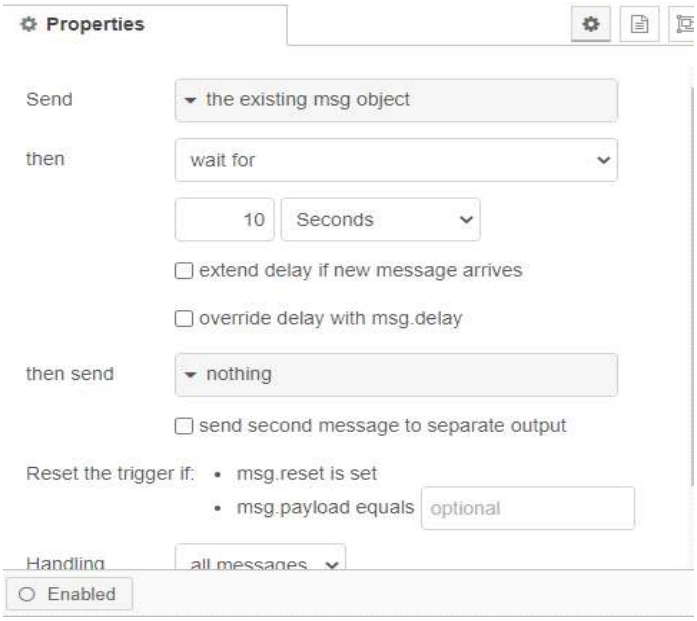


Figure III.59 : configuration du nœud trigger 10s

5.4.5.2. Présentation d'architecture du programme

Après avoir défini et configurer les différents nœuds il suffit maintenant que de relier ces derniers pour finaliser la programmation graphique. (Voir la figure III.60)

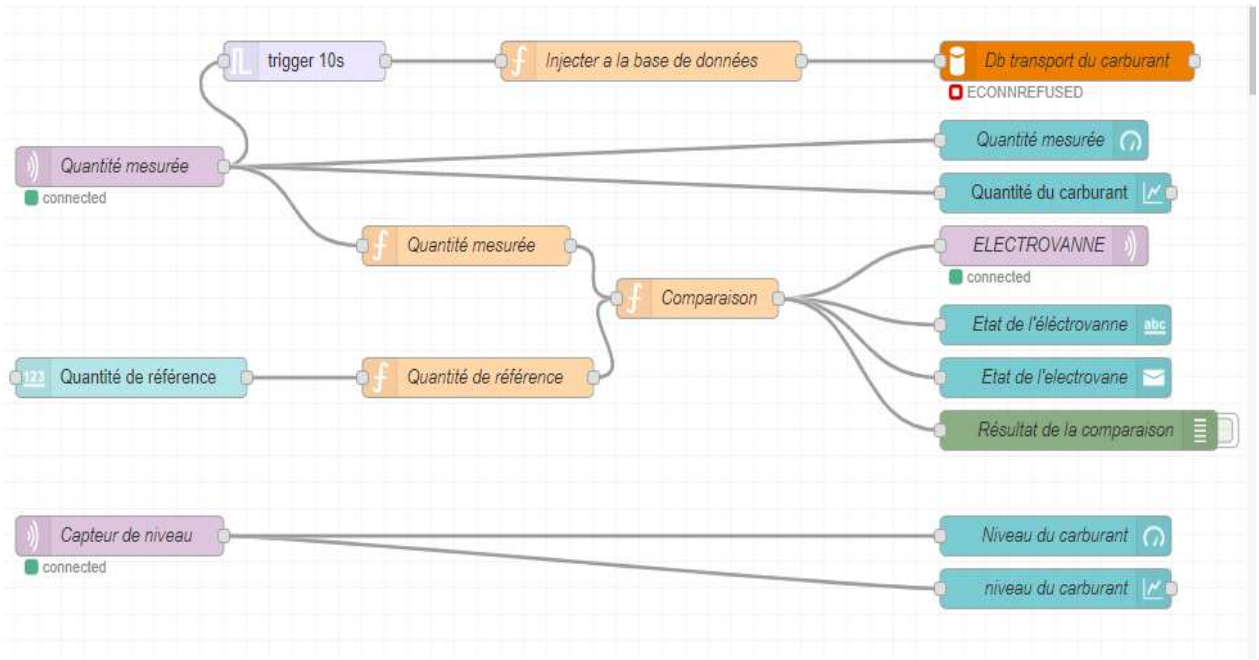


Figure III.60 : programme NodeRed finale

5.4.6. Fonctionnement

D'abord si le bouton est appuyé les données des captures sont reçues par le nœud MQTT IN.

Ensuite, ces données seront destinées :

- la valeur du capteur de niveau sera affichée dans le Dashboard.
- la valeur de débitmètre sera convertie par le nœud fonction et envoyée a la base de données transport du carburant table camion 1 avec plusieurs d'autre données (Date et matricule) en passant par le trigger qui envoie une donnée chaque 10s, ces données sont à la base de données grâce au nœud « injecter a la base de données »

En parallèle, les données de débitmètre sont affichées dans le dashboard grâce au nœud d'affichage Quantité mesurée et Quantité du carburant.

Il reste que d'entrer la quantité de référence, après avoir été convertie pas le nœud fonction quantité de référence, elle sera comparée avec la valeur de débitmètre et convertie grâce au nœud Quantité mesurée. Le résultat de comparaison définie l'état d l'électrovanne.

Une fois la comparaison terminée, le résultat sera envoyé vers les nœuds de notification et le debug, sans oublier le nœud le plus important de notre projet le nœud MQTT OUT « ELECTROVANNE ». Son rôle sert à envoyer le résultat de comparaison au camion pour ouvrir ou fermer le camion. Nous avons illustré le fonctionnement du programme NodeRed dans la figure suivante. (Voir la figure III.61)

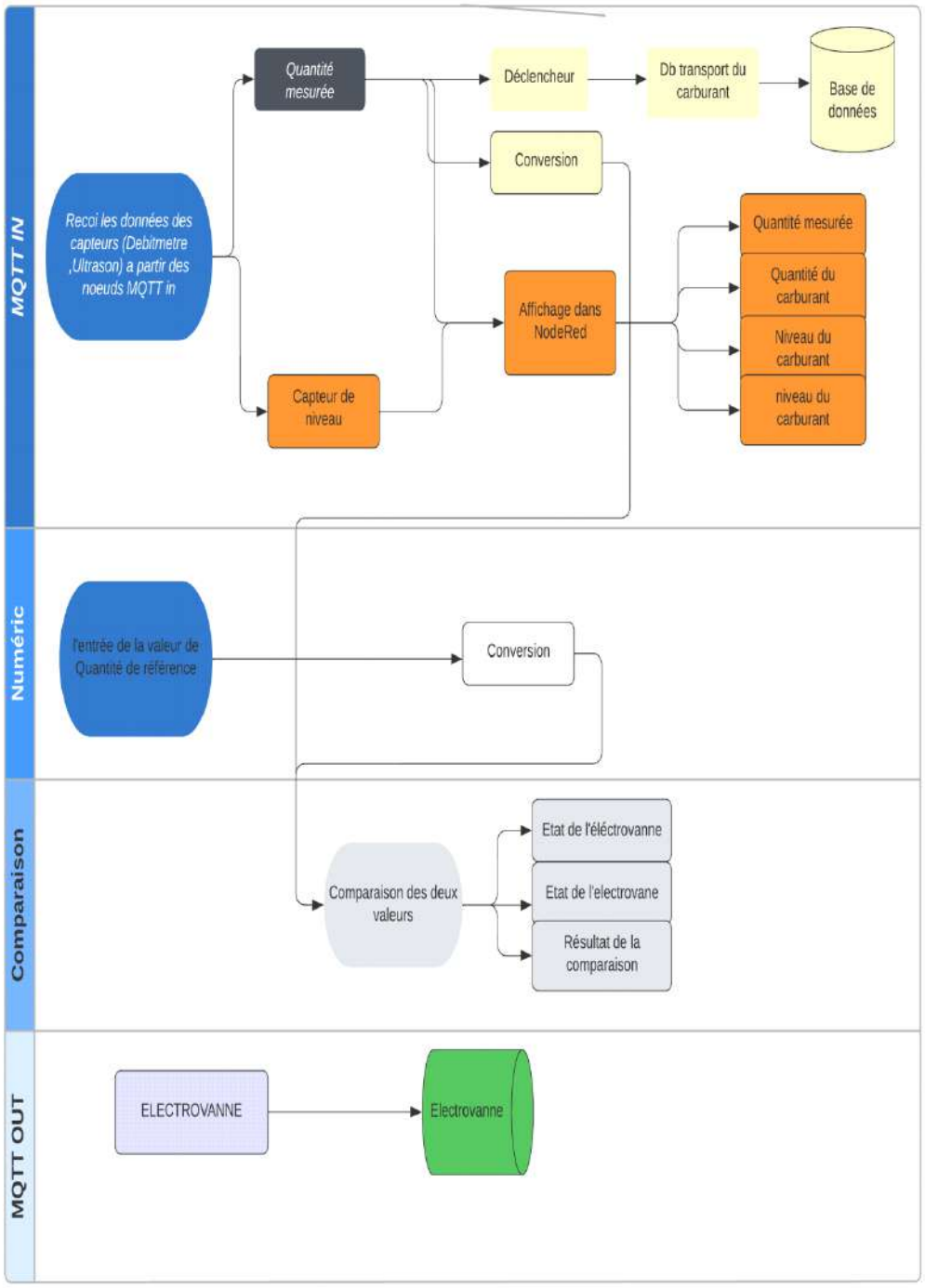


Figure III.61 : Fonctionnement du Programme NodeRed

6. Réalisation de prototype de test

6.1. Réalisation de la carte

- Pour réaliser un prototype d'un camion de transport des carburants de NAFTAL, on va D'abord utiliser une BreadBoard pour intégrer notre carte NodeMcu ESP8266. La figure III.62 suivante illustre cette étape.

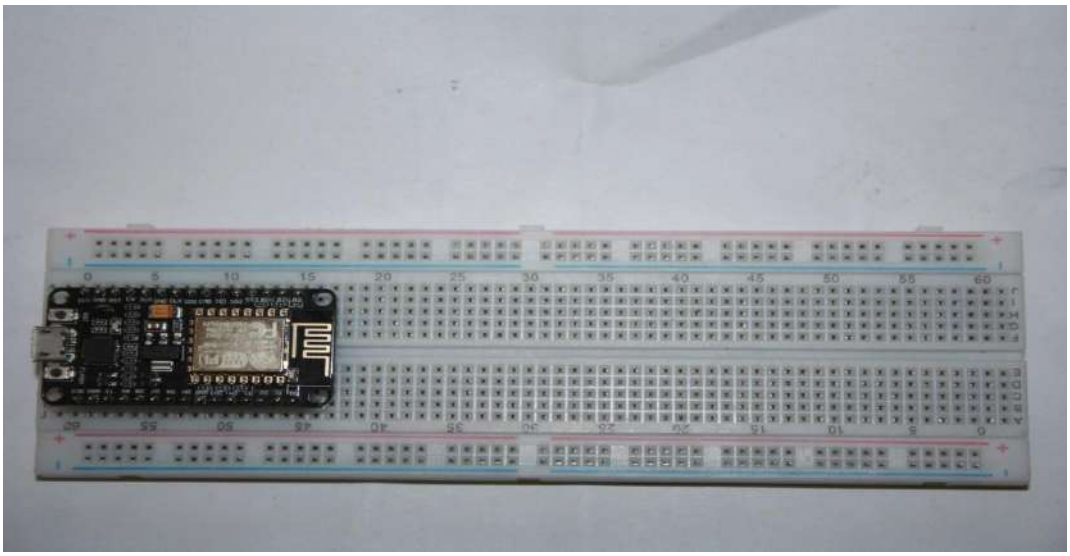


Figure III.62: pose du NodeMcu sur la Breadboard

- Ensuite le tour du module GPS NEO 6M qui sert a la localisation. Ce module se compose de 4 pins VCC, GND, RX, TX.la figure suivante représente ce module Pour cette étape, nous connecterons :(voir la figure III.63)

GND	C'est le pin de la terre, ce pin sera connecté avec le GND du NodeMcu
TX	Le pin de transmission utilisée pour la communication en série .Ce pin sera connecté au pin D5 (GPIO4) du NodeMcu
RX	Le pin de reception utilisée pour la communication en série. Ce pin sera connecté au pin D6 (GPIO5) du NodeMcu
VCC	Le pin VCC est utilisé pour alimenter la carte GPS. Ce pin sera connecté au 3.3V du NodeMcu.

Tableau 1 : pins de NEO 6M

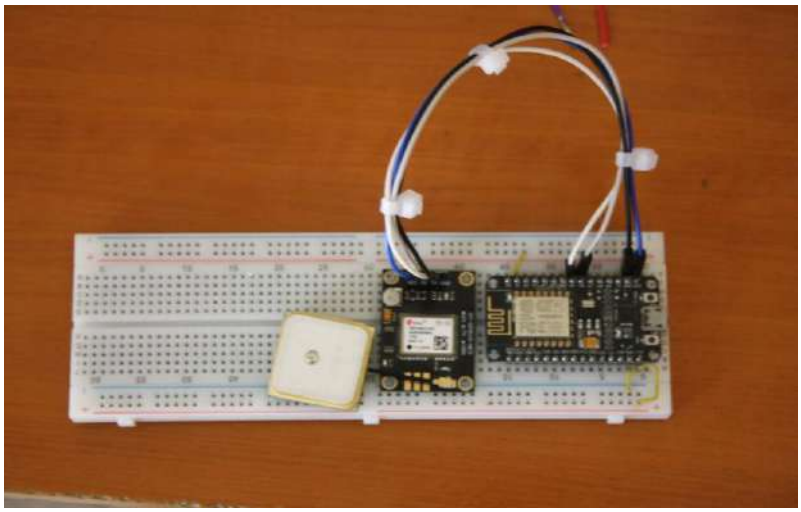


Figure III.63 : bronchement du moule GPS avec le Nodemcu

6.2. Réalisation du réservoir

La Figure III.64 illustre le prototype de réservoir réalisé.

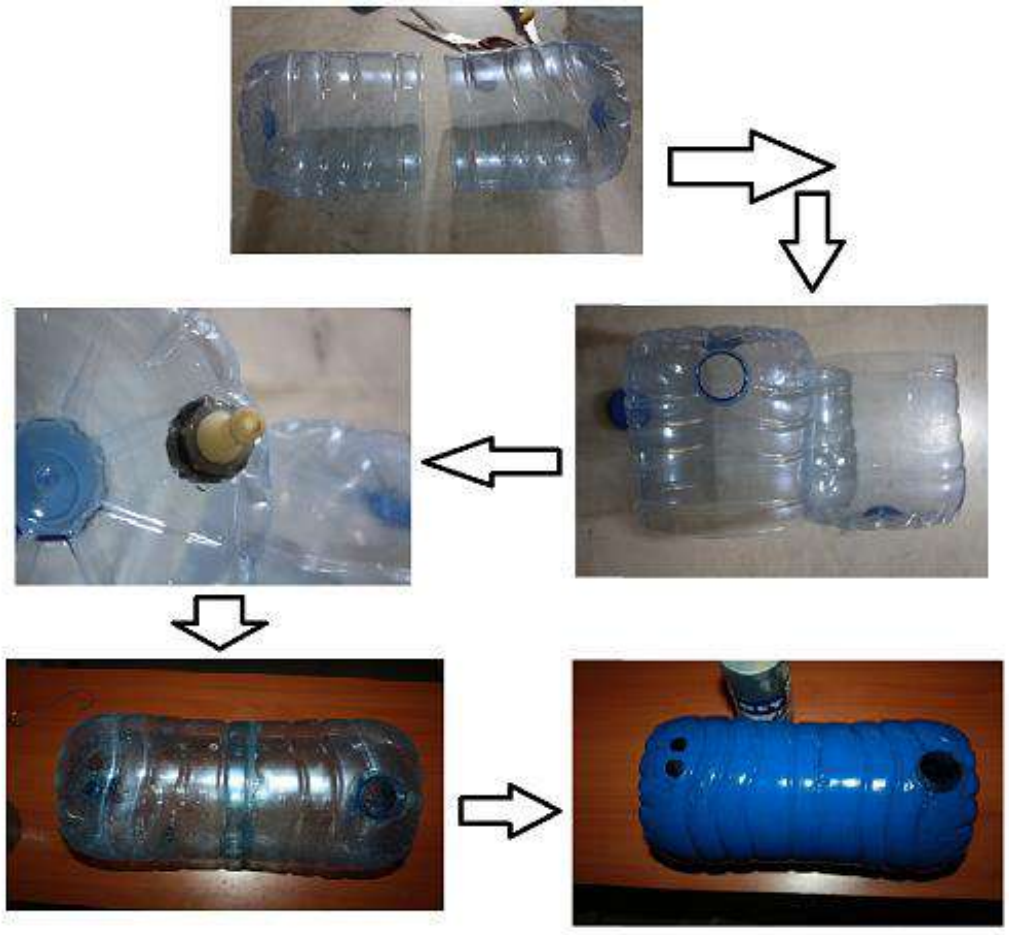


Figure III.64 : Prototype du réservoir réalisé

6.3. Réalisation de la maquette :

- Pour le châssis du camion, nous avons décidé d'utiliser des planches de résine, d'abord il faut couper deux planches et les coller (voir la figure III.65)

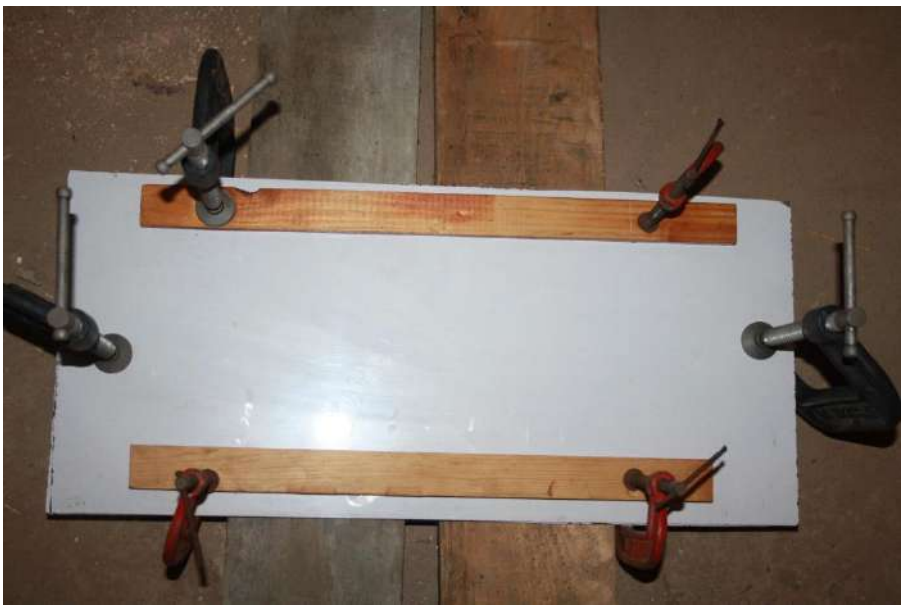


Figure III.65 : Collage des planches de résines

- Ensuite on fabrique des supports pour poser le réservoir dessus (voir la figure III.66)



Figure III.66 : les supports pour supporter le réservoir

- La figure III.67représente notre camion

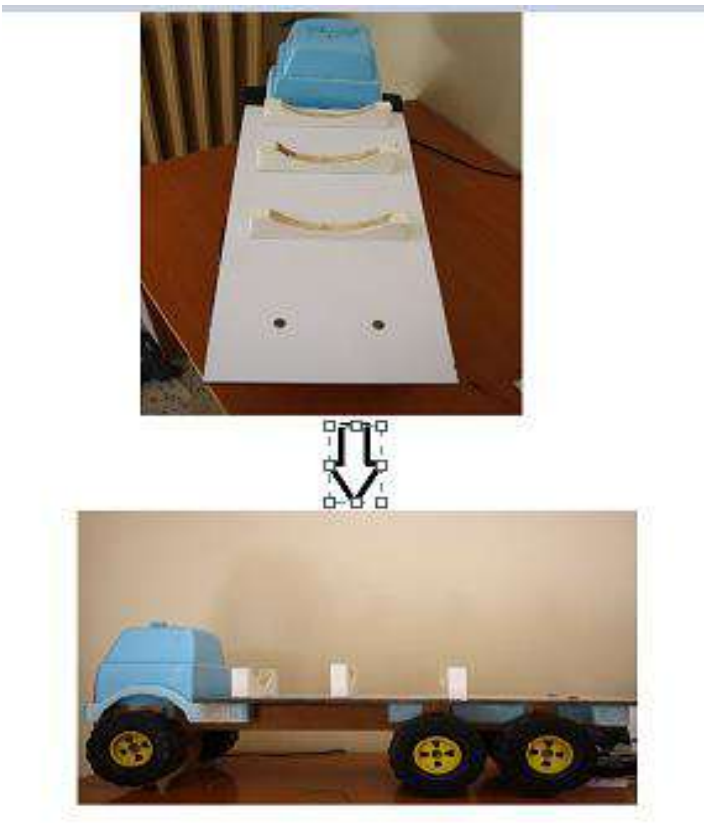


Figure III.67 : Camion réalisé

- Une fois notre camion est finie, passons a la pose et le collage du réservoir sur les supports conçu pour (Figure III.68) et et posé notre breadboard (Figure III.69)



Figure III.68 : collage du réservoir sur les supports conçu pour

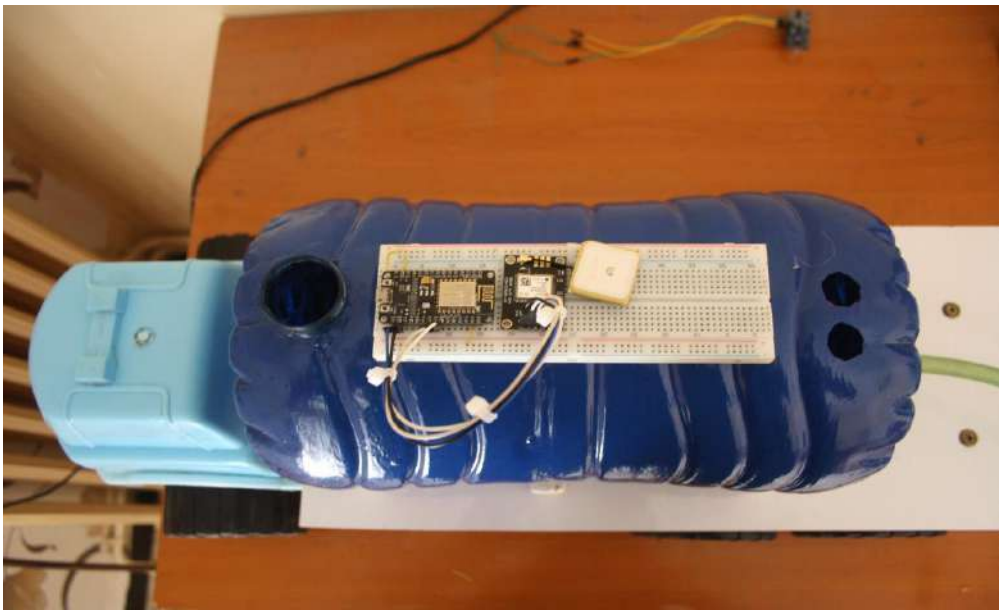


Figure III.69 : BreadBoard sur le réservoir

- Les Figures III.70, III.71, III.72, III.73 montrent les schémas électriques du câblage des différents composants avec la carte NODEMCU ESP8266.

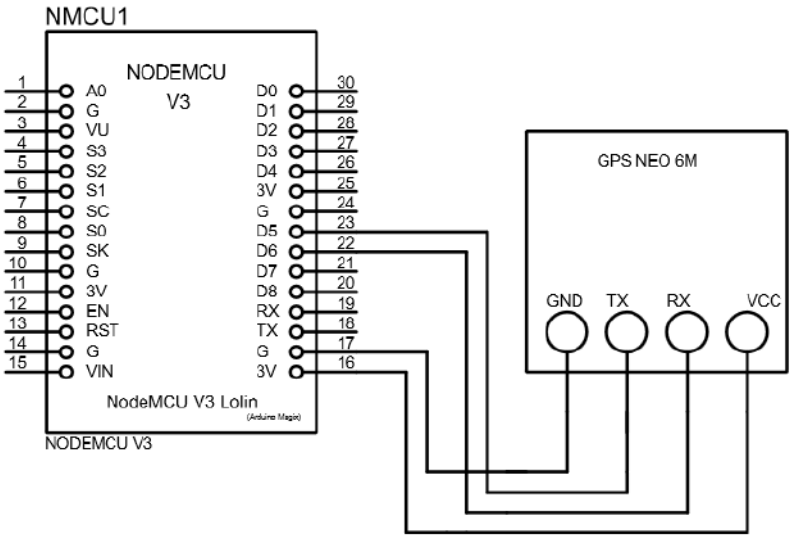


Figure III.70: Bronchement du Neo 6M avec NodeMcu

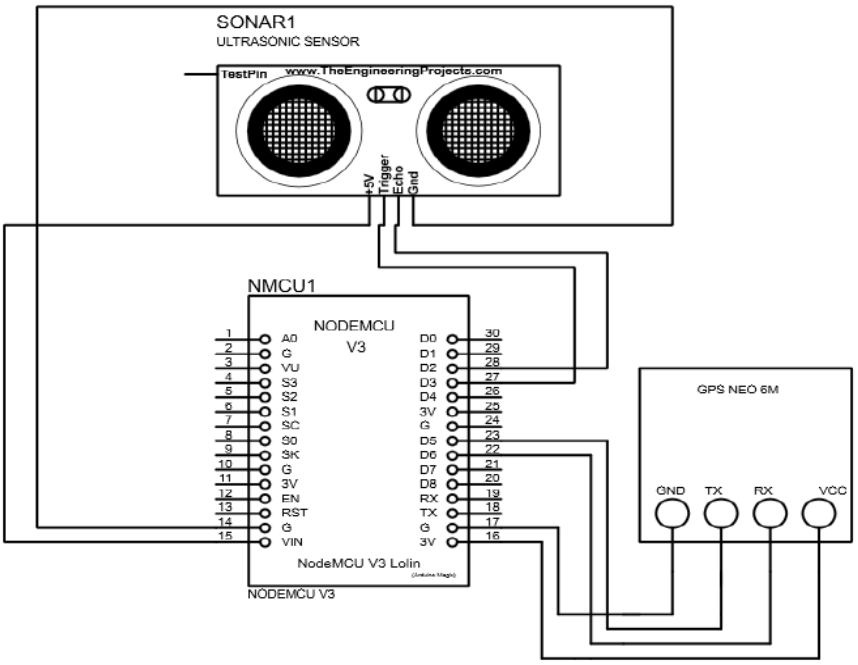


Figure III.71 : bronchement du capteur Ultrason

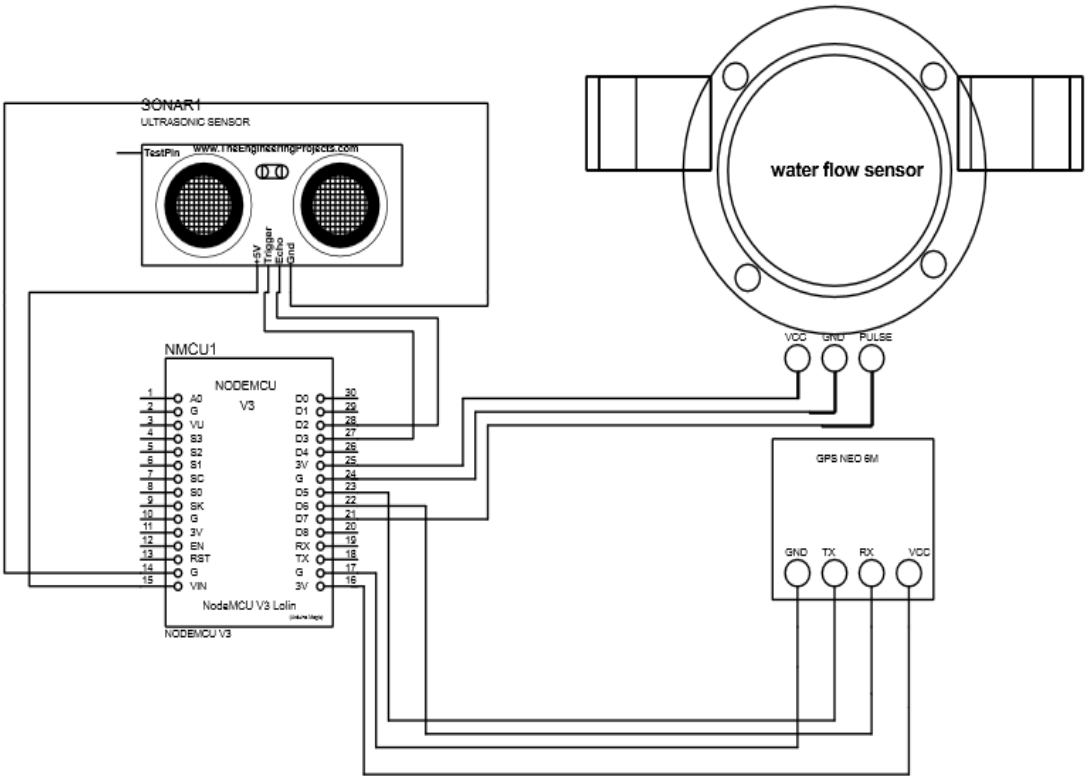


Figure III.72: bronchement du débitmètre avec le Nodemcu

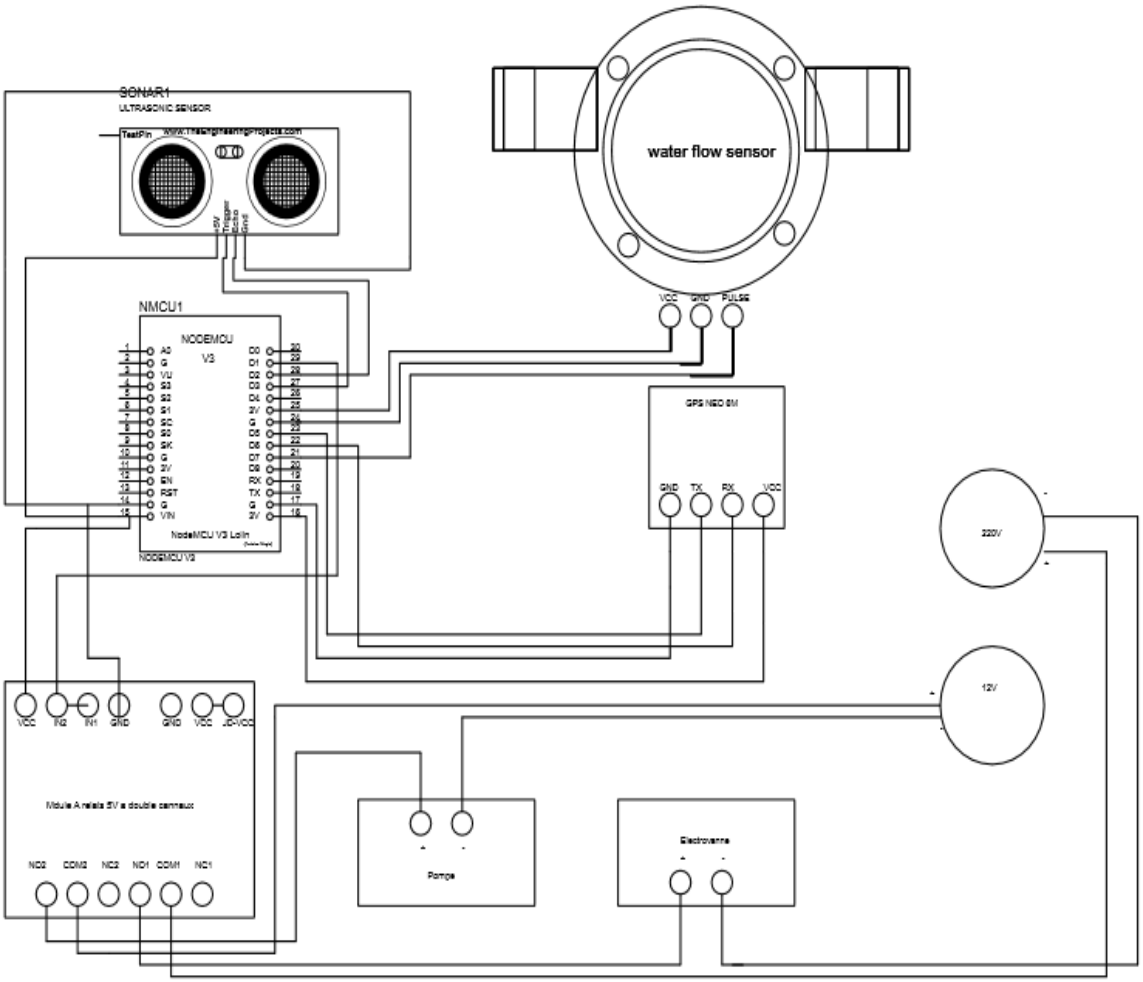


Figure III.73 : Schéma électrique finale

- Figure III.74 illustre notre prototype final réalisé.



Figure III.74 : Prototype finale réalisé

7. Tests et essais

Après la réalisation de notre prototype, des tests ont été réalisés comme suit :

- Nous avons démarré NodeRed depuis le cmd (voir la figure III.75)

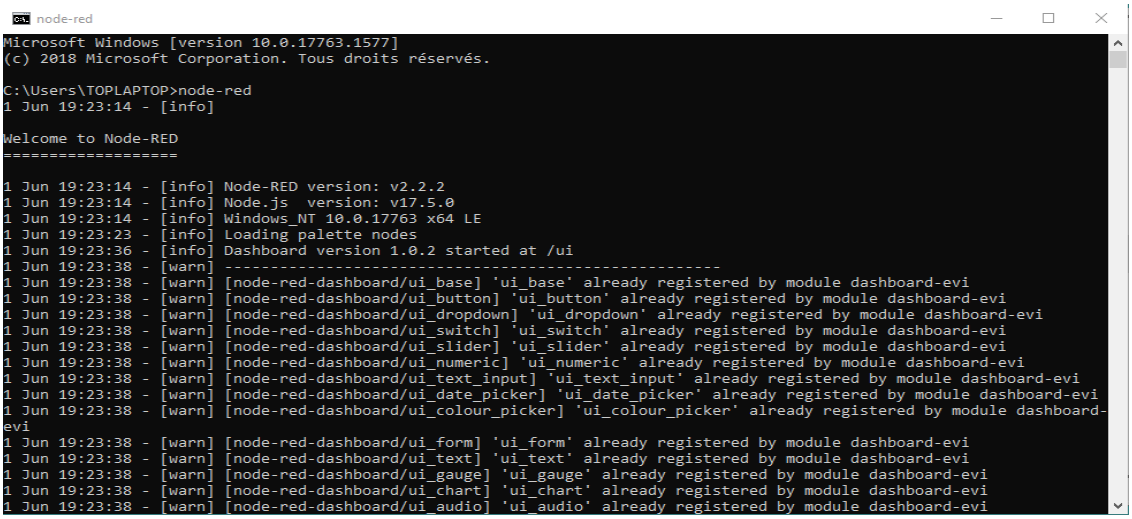


Figure III.75 : démarrage du NodeRed

- ensuite nous devons démarrer XAMPP pour accéder à la base du données (voir la figure III.76)

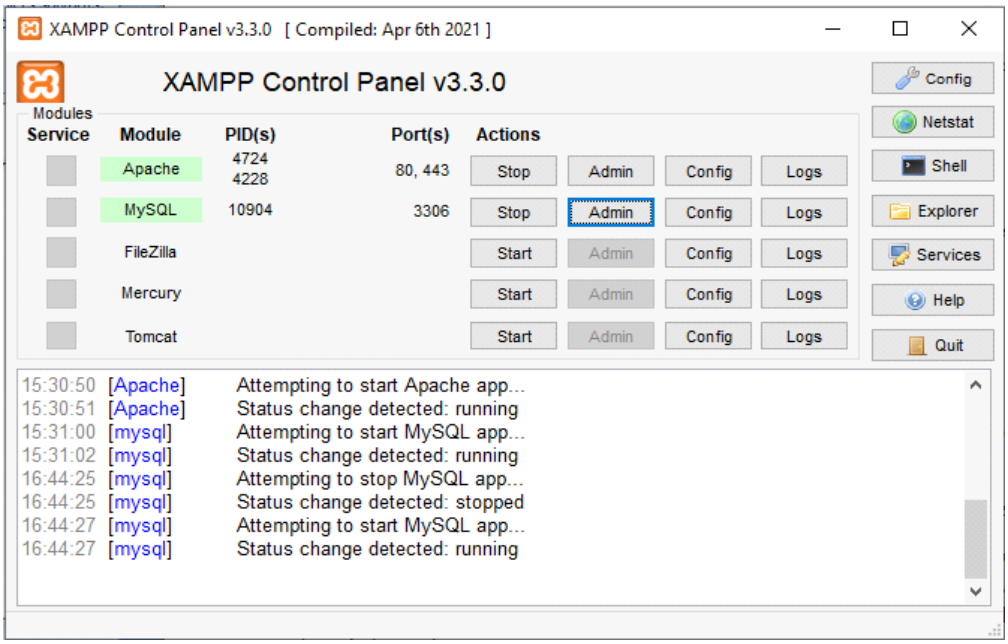


Figure III.76 : démarrage du base de données

- notre base de données est pour l'instant vide (voir la figure III.77)

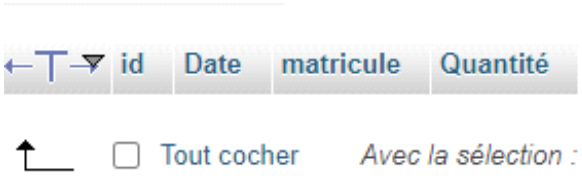


Figure III.77 : base de données

- Maintenant chargeons le programme dans NodeMcu
- Pour l'étape suivante, il faut déplorer le programme graphique du NodeRed pour accéder au Dashboard (voir la figure III.78 et III.79)

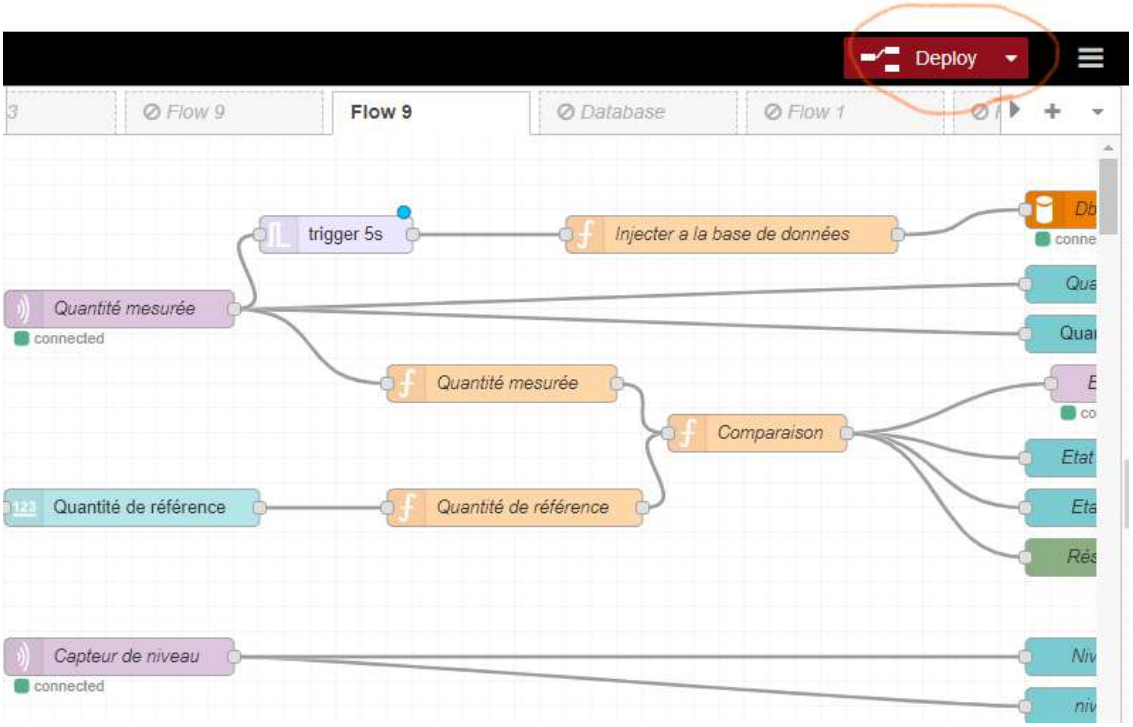


Figure III.78 : déploiement du programme NodeRed

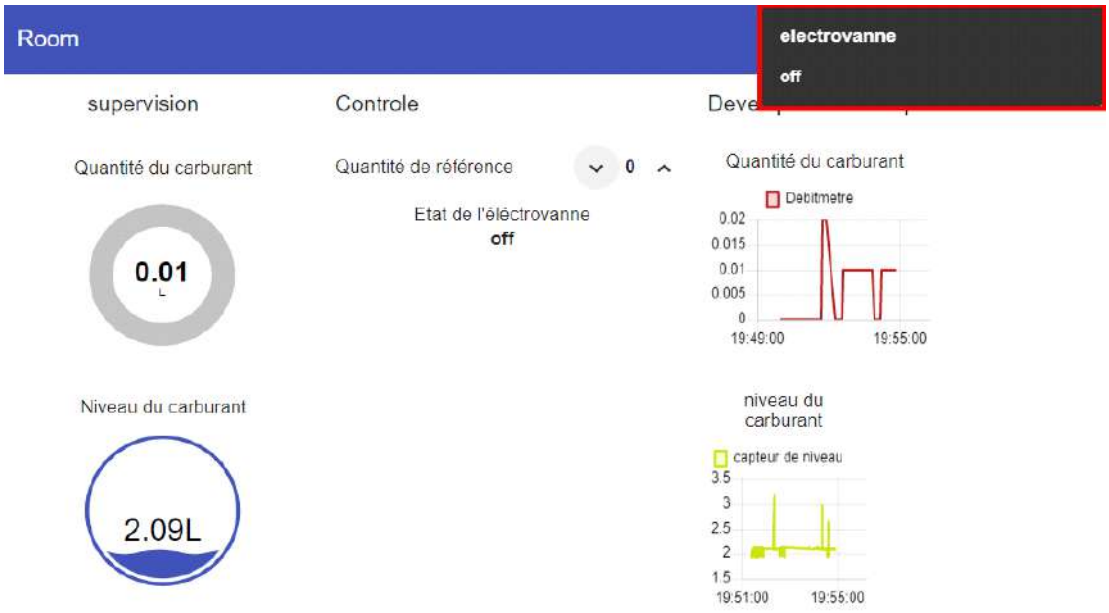


Figure III.79 : Interface du dashboard

- Vérifions maintenant si le camion est vraiment arrivée a sa destination en rentrant l'adresse IP du notre GPS sur le navigateur (voir la figure III.80 et III.81)

```
.............
WiFi connected
Server started
192.168.1.7
Attempting MQTT connection...connected
flowrate: 0.0L/min  Current Liquid Flowing: 0mL/Sec  Output Liquid Quantity: 0.00L
0.62
1
0.64
0.48
0.48
0.48
0.48
0.48
0.62
0.62
```

Figure III.80 : adresse IP du GPS

NEO-6M GPS Readings

Location Details

Latitude	36.269905
Longitude	2.761727
Date	03 / 06 / 2022
Time	20 : 23 : 33

Click here to open the location in Google Maps.

Figure III.81 : les informations reçus du GPS

Si l'on veut afficher sa position dans notre carte, il suffit d'appuyer sur "click Here"(voir la figure III.82)

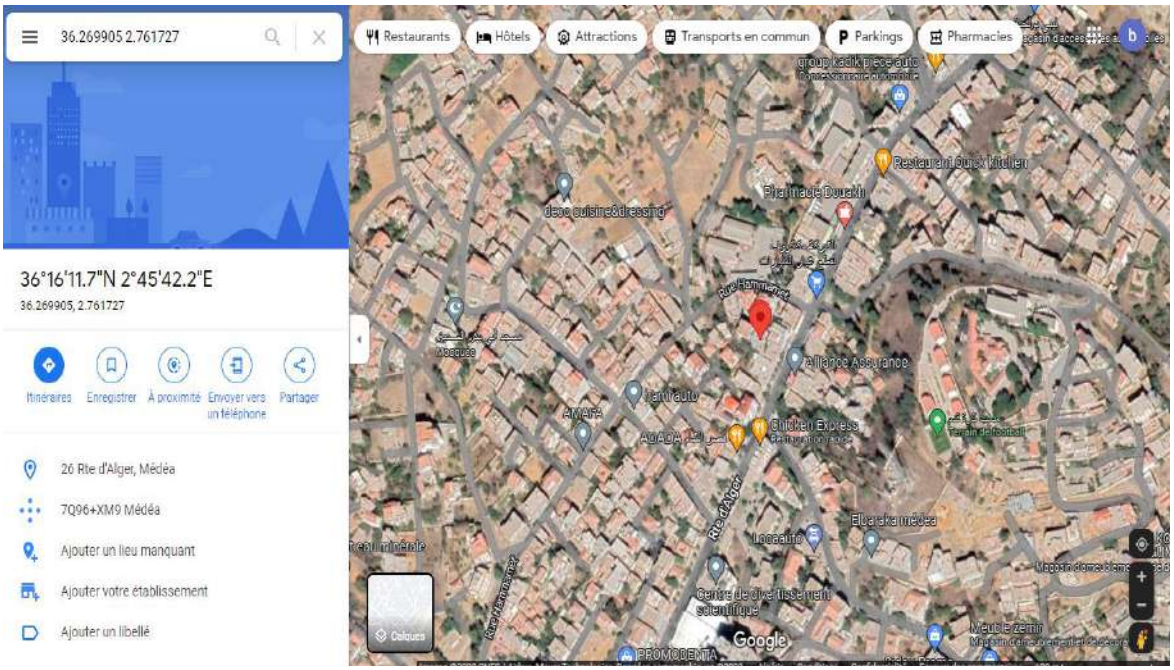


Figure III.82 : position du camion sur la carte

Maintenant affiche les directions de sa destination (voir la figure III.83)

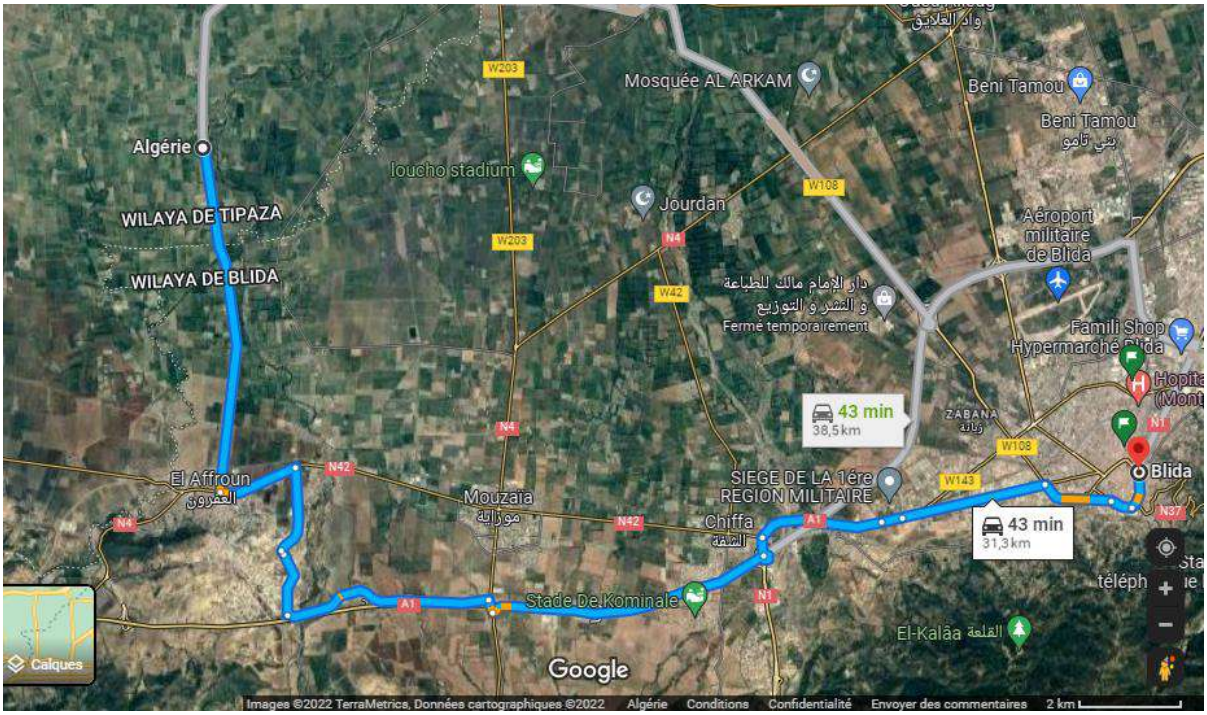


Figure III.83: Itinéraire du camion

Si on entre la valeur 1, l'électrovanne s'ouvre jusqu'a ou la valeur de la quantité mesurée est supérieur ou égal à 1(voir la figure III.84)

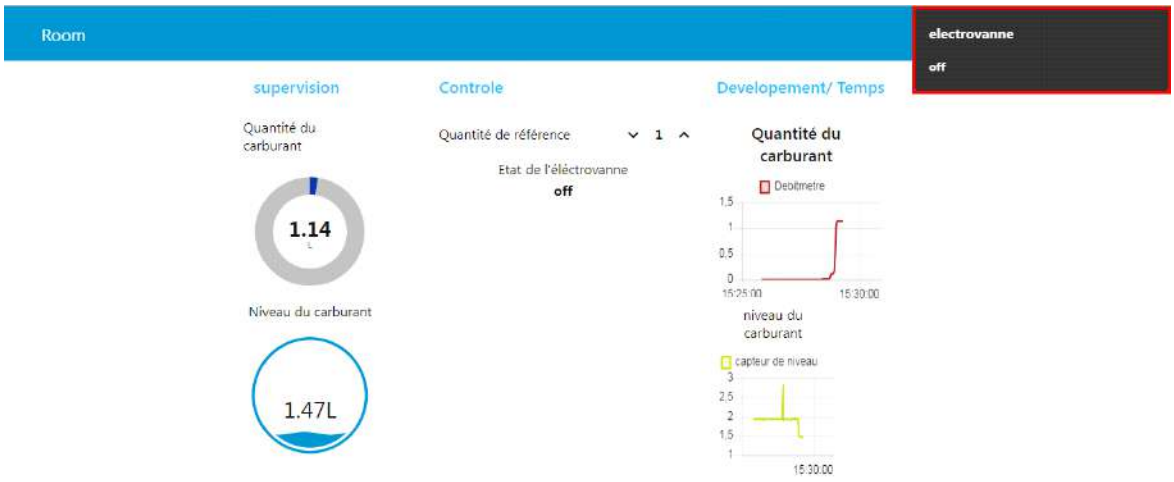


Figure III.84 : Quantité de référence égaleà 1

Comme dans la figure notre capteur Ultrason affiche 2L du carburant avec l'état de l'électrovanne off, car nous n'avons pas donné la valeur de la quantité de référence. Comme nous le pouvons voir la quantité du carburant est approximativement à 0. (Voir la figure III.85)

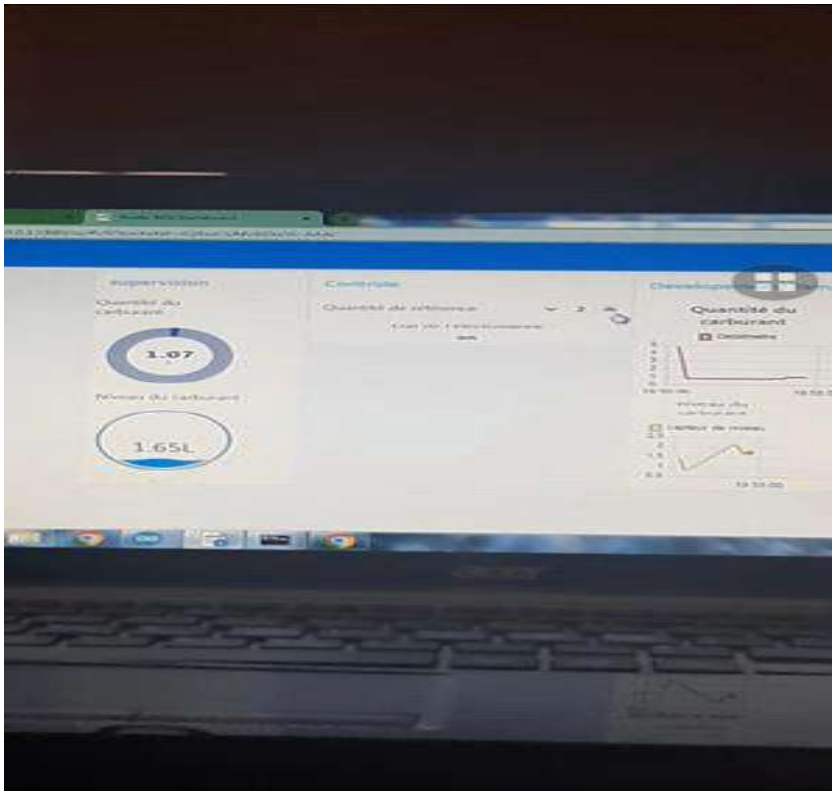


Figure III.85: démarrage du système

Si la valeur 2 est entré alors l'électrovanne s'ouvrira car 2 est supérieur à 0 .Le débitmètre calcule et affiche la quantité du carburant qui sort si la valeur du référence est supérieur alors le carburant continue à sortir (voir la figure III.86)



Figure III.86 : remplissage de l'eau

Si la valeur de référence est inférieure au débit alors l'électrovanne est en état off (voir la figure III.87)

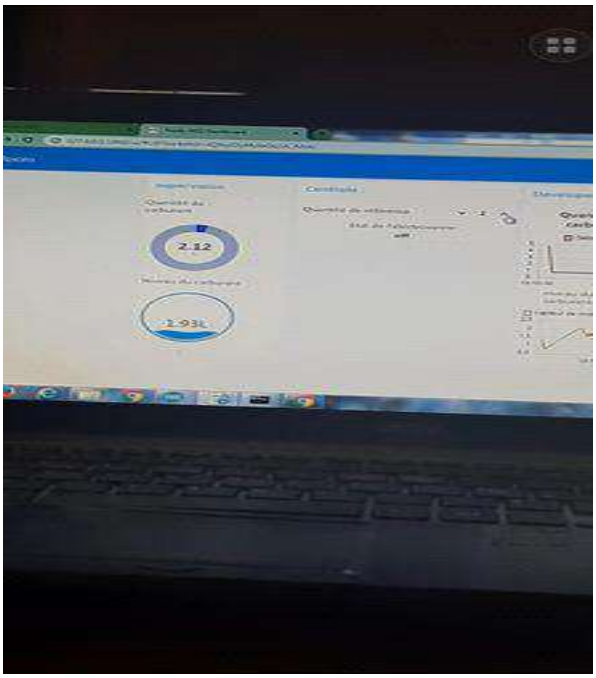


Figure III.87: état de l'électrovanne off

Comme vous pouvez le voir une fois le débitmètre mesure une valeur supérieur ou égal a celle de quantité de référence l'électrovanne se refermera, la figure ci-dessous représente un autre exemple. (Voir la figure III.88)

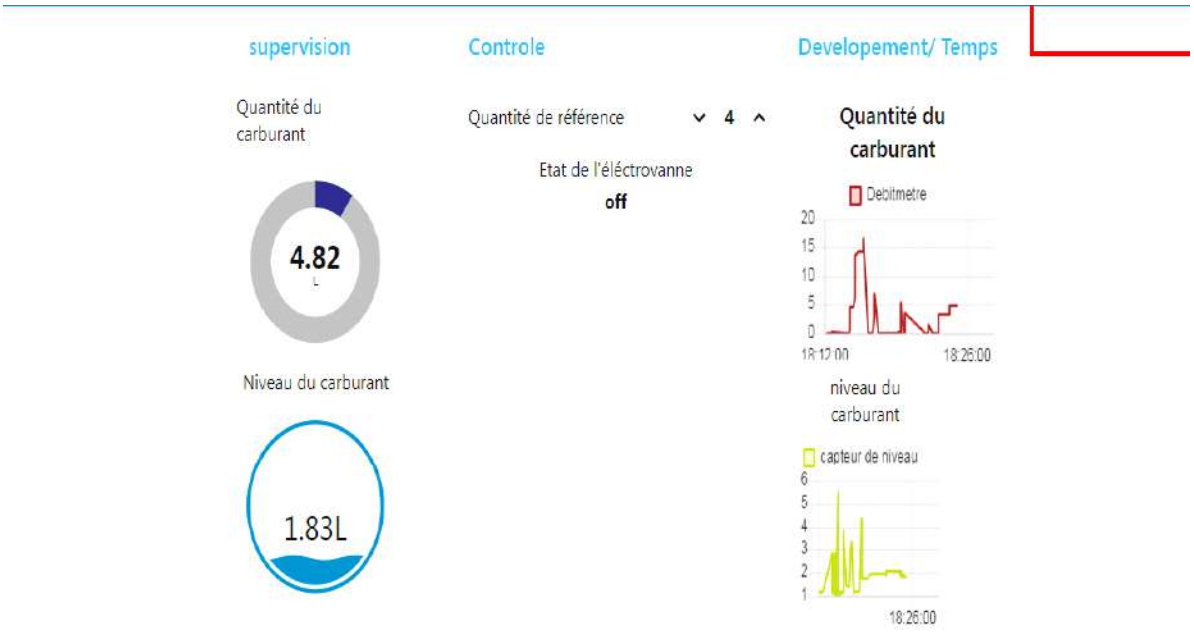


Figure III.88 : Quantité de référence supérieure à celle mesurée

Finalement nos informations sont directement transférées à notre base de donne si la quantité est 0 (voir la figure III.89)

	id	Date	matricule	Quantité
Éditer Copier Supprimer	3591	2022-06-01	581752216	0
Éditer Copier Supprimer	3592	2022-06-01	581752216	0
Éditer Copier Supprimer	3593	2022-06-01	581752216	0
Éditer Copier Supprimer	3594	2022-06-01	581752216	0

Figure III.89: enregistrement de 0 dans la base de données

La quantité est égale à 1 (voir la figure III.90)

		id	Date	matricule	Quantité
☐	Éditer Copier Supprimer	3641	2022-06-01	581752216	1
☐	Éditer Copier Supprimer	3642	2022-06-01	581752216	1
☐	Éditer Copier Supprimer	3643	2022-06-01	581752216	1
☐	Éditer Copier Supprimer	3644	2022-06-01	581752216	1

Figure III.90 : Enregistrement de 1 dans la base de données

La quantité est égale à 4 (voir la figure III.91)

		id	Date	matricule	Quantité
☐	Éditer Copier Supprimer	3541	2022-06-01	581752216	4
☐	Éditer Copier Supprimer	3542	2022-06-01	581752216	4
☐	Éditer Copier Supprimer	3543	2022-06-01	581752216	4
☐	Éditer Copier Supprimer	3544	2022-06-01	581752216	4

Figure III.91 : Enregistrement de 4 dans la base de données

8. Conclusion

Nous avons consacré ce chapitre pour la partie de réalisation du prototype on illustrant toutes les étapes ainsi que pour les étapes de la programmation de NodeMcu, GPS, Relais, Ultrason, Débitmètre

Nous avons commencé ce chapitre avec la description du fonctionnement de ce système.

Ensuite, Nous avons présenté en détails la Création de la base de données avec la table camion1, sans oublier le site Web pour afficher la localisation du camion.

Par la suite nous avons décrit le principe de notre programme graphique de NodeRed ainsi que son tableau de bord

Pour la conclusion de ce chapitre, un simple essai et essais et mis en place pour présenter le fruit de notre travail

Conclusion générale

Ce projet est investi dans le cadre de transport intelligent. Notre objectif général était de créer un système intelligent capable de gérer les camions de transports des carburants de chez NAFTAL.

Pour accomplir cette tâche nous avons

Opérerà distance à travers un cloud MQTT La solution proposée et testée sur un prototype conçu à cet effet présenteplusieurs avantages:

- Contrôler et de superviser l'état de l'électrovanne
- Opérerà distance à travers un cloud MQTT qui permet d'envoyer et recevoir les multiples données et commandes que ça soir la localisation le niveau de carburant ou bien sur l'état de l'électrovanne grâce à notre IHM qui est le dashboard de NodeRed.
- Le chauffeur de camion a pour but de conduire le camion a sa localisation voulu c'est tout, ensuite l'employé de la salle de contrôle se chargera du reste des commandes. La supervision de ce système peut être établie à travers d'u Pc ou un Smartphone à condition qu'il soit connecté à internet.

On a pris le plaisir de travailler dans ce thème, parce qu'il consiste l'avenir du domaine de transport des carburants ou des marchandises. Cette idée peut sécuriser le carburant transporter et supprimer l'attentat du vol.

Notre projet était en relation avec plusieurs d'autres domaines comme l'automatique et l'électronique ce qui nous a permis d'acquérir les nouvelles compétences et informations en le réalisant.

Ce projet est vivant, entrainant et motivant pour la suite de notre étude. Nous pensons avoir entraperçu une partie du notre future vie active.

Malgré tous les efforts déployés pour réaliser ce modeste travail, Malgré les concepts qu nous avons acquis. Le travail que nous avons accompli peut être amélioré, complété et poursuivi de différentes manières, notamment:

- cryptage des données pour éliminer la possibilité d'envoyer des données erronées.
- protection des câbles par des tubes en acier

- remplacement du capteur Ultrason par des sondes professionnelles
- faire en sorte que le camion sera dirigée et conduit a distance alors il sera autonome a cent pourcent

Référence bibliographique

[1] *Citation CONNECTÉS : 10 phrases et proverbes*. (n.d.). Retrieved May 26, 2022, from https://citation-celebre.leparisien.fr/citation/connectes

[2] *L'IoT en quelques mots - Makeit digital*. (n.d.). Retrieved May 26, 2022, from http://marketing-digital.audencia.com/liot-quelques-mots/

[3] al AGHA, K., & ETIEMBLE, D. (2018). Introduction à l'Internet des Objets. *Technologies Logicielles Architectures Des Systèmes*. https://doi.org/10.51257/A-V1-H8050

[4] *Une introduction au transport intelligent : Avantages et exemples | Digi International*. (n.d.). Retrieved May 27, 2022, from https://fr.digi.com/blog/post/introduction-to-smart-transportation-benefits

[7] *Définition | Internet des objets - IdO - Internet of things - IOT | Futura Tech*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-internet-objets-15158/

[8] F. LEMOINE, « Internet des Objets centré service autocontrôlé »,THÈSE DE DOCTORAT,École doctorale Informatique, Télécommunications et Électronique,Paris,2019.

[9] Flichy, « Une histoire de la communication moderne : La Découverte».(281 pp.) P. 1995.

[10] M. Mueller, « Universal Service in TelephoneHistory – a Reconstruction »,1993 ,Telecommunications Policy, 17(5), 352-369. doi :Doi 10.1016/0308-5961(93)90050-D.

[11] R. MARQUES , « SYSTÈME DE PRODUITS ET SERVICES BASÉS SUR L'INTERNET DES OBJETS : CONCEPTION ET IMPLANTATION PILOTE DANS UNE STATION-SERVICE »,MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES (GÉNIE INDUSTRIEL),UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL, JUILLET 2018.

[12] H Farid, « Réalisation et implémentation d'une application a base de protocole MQTT dans IoT », Mémoire présenté pour obtenir le diplôme de master académique en Informatique, Université Mohamed Khider BISKRA,2013

[13] P. Suresh, J.Daniel , V. Parthasarathy et R. Aswathy, (2014). « A state of the art review on the Internet of Things (IoT) History », Technology and fields of deployment, International Conference on Science Engineering and Management Research (ICSEMR), 2014 .

[14] K .D. Foote « A Brief History of the Internet of Things »,http://www.dataversity.net/brief-history-internet-things/, (2016).

[15] DAVE, Evans. L‟Internet des objets Comment l‟évolution actuelle d‟Internet transforme-t-elle le monde ?. Avril 2011, 12 p. (Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG))

[16] M.Hanna ,B.Amina,< Conception d'une maison intelligente avec les réseaux M2M/IoT>,Mémoire Présenté pour obtenir LE DIPLOME DE MASTER,Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi – Bordj Bou Arreridj,16 / 09 / 2021.

[17] B. Djehina, « Utilisation des Ontologies pour l'Intégration d'Internet des Objets dans la gestion des processus métier »,Mémoire de Fin d'études Master,Université de 8 Mai 1945 Guelma ,Juillet 2019.

[18] H. walid, etude de cas sur un systememedical domotique contrôle par un SMA, Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en Informatique,Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, 2018

[19] I. Metali, Contrôle flou des feux d'intersection basé sur l'Internet des Objets, Mémoire de Fin d'Études de Master, UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA,2019

[20] *Smart City, IoT et choix du réseau (1/2) : l'IoT dans la stratégie smart city*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://les-smartgrids.fr/smart-city-iot-choix-reseau-1-2/

[21] *Connected Manufacturing: Blurring the Lines with IIOT | L&T Technology Services*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.ltts.com/blog/connected-manufacturing-blurring-lines-iiot

[22] *Comment l'IoT révolutionne le secteur agricole au Maroc ? | IoTIndustriel Blog*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://iotindustriel.com/applications/smart-grid/comment-liot-revolutionne-le-secteur-agricole-au-maroc/

[23] *Smart home : Comment créer votre propre maison intelligente ?*(n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.systemes-ceramiques.org/smart-home/

[24] DRIR Mohamed, Analyse des moyens de transport du carburant : cas NAFTAL Oued-Aissi Tizi-Ouzou ,En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences de gestion, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, 2019

[25] *Smart Logistics and Technology Shaping the Future of Supply Chains | by stevejacob | Medium*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://medium.com/@blogstevej327stuff/smart-logistics-and-technology-shaping-the-future-of-supply-chains-9b45b0b6ba

[26] *Smart logistics : à quel point la logistique est-elle intelligente ? - LOGIPOLE*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.logipolesm.org.ma/2021/11/03/smart-logistics-a-quel-point-la-logistique-est-elle-intelligente/

[27] Ismail SLIMANI, Toufik HABIRECHE, Conception et réalisation d'un système de géolocalisation et de suivi Cas NAFTAL, Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER ACADEMIQUE, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, 22 / 09 / 2016

[28] *QUAND LE CAMION DEVIENT PLATEFORME DIGITALE*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from www.solutrans.fr

[29] *technologie-voiture-connecte-pour-la-logistique-et-les-camions-vector-illustration-ffhjaw.jpg (1300×1009)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://c8.alamy.com/compfr/ffhjaw/technologie-voiture-connecte-pour-la-logistique-et-les-camions-vector-illustration-ffhjaw.jpg

[30] *Avoir un camion connecté ? Une nouvelle priorité ! - AlertGasoil*. (n.d.). Retrieved May 25, 2022, from https://www.alertgasoil.com/index.php/2021/10/07/avoir-un-camion-connecte-une-nouvelle-priorite/

[31] C.Lina et S.Slimane, « Gestion des cl´es dans l'internet des objets », Mémoire de Fin de cycle Master en informatique, Université Amira de Bejaia,2017

[32] I. Saleh, «information et communication,» ISTE Ltd, 26 février 2018.[En ligne]. Available: https://www.openscience.fr/Internet-des-Objets-IdO-Concepts-Enjeux-Defis-et-Perspectives.

[33] *L'IoT, capteurs et objets connectés pour les services techniques*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.lagazettedescommunes.com/751225/liot-capteurs-et-objets-connectes-pour-les-services-techniques/

[34] MELITI Nedjema. Architecture Basée Agents pour le diagnostic d‟un système d‟IoT (Internet of Things). Mémoire de Master académique, Architectures Distribuées. Oum-El-Bouaghi : Université Larbi Ben M‟hidi Oum-El-Bouaghi, 2017, 111 p.

[35] GO TRONIC. Robotique et composants électroniques. [en ligne]. Disponible sur : <https://www.gotronic.fr/cat-capteurs-1114.htm>. (Consulté le 17/02/2019)

[36] Moulai Mostefa Sakina, & Larbi chaimaa. (n.d.). *Conception d'un systémé d'acquisition des données en temps réel a base de IOT en utilisant le protocole MQTT*.

[37] *nodes.png (1600×800)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.rodened.com/images/nodes.png

[38] BENHAMADI Rachid. (2019). *Systeme de supervision et de controle base sur l'IOT application dans un centre de transmission*.

[39] *dashboarde.png (600×460)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://nodered.org/images/dashboarde.png

[40] *RHZA-Dashboard.png (825×433)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://home-automations.net/wp-content/uploads/2019/09/RHZA-Dashboard.png

[41] *nodered3.png (2868×1494)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.unipi.technology/upload/Newsky/Node-RED%20image/nodered3.png

[42] B. Berard M. Bidoit A. Finkel F. Laroussinie,A. Petit L. Petrucci Ph. Schnoebelen, with P. McKenzie, Systems and Software Verification- Model Checking Techniques and Tools With 67 Figures, Springer 2001

[43] Soumia Sahraoui. (2016). *Mécanismes de sécurité pour l'intégration des RCSFs à l'IoT (Internet of Things)*.

[44] Janessa Rivera and R Van der Meulen. Gartner's 2014 hype cycle for emerging technologies maps the journey to digital business. Connecticut, EEUU : Gartner Group, 2014.

[45] MQTT Version. 3.1. 1. edited by andrew banks and rahulgupta. 29 october 2014. oasis standard, 2016.

[46] Lucy Zhang. Building facebook messenger, aug 2011. URL https ://www. Facebook. com/notes/facebook-engineering/building-facebook-messenger/10150259350998920.

[47] Sang-hyun Kim, Dong-hwi Kim, Hyeung-seok Oh, Hyun-sig Jeon, and Hyun-ju Park. The data collection solution based on mqtt for stable iot platforms. Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 20(4) :728–738, 2016.

[48] Aradj Taha Mohammed El-Amine. (2017). *Usage du protocole MQTT dans une application de suivi*.

[49]Retrieved March 26, 2022, from https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/36269ac9ef7b54328c53d40e78bb2611f049f80b/5-Figure1-1.png

[50] *swdqwl7vohlq.png (504×304)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://files.virgool.io/upload/users/38385/posts/ckfehdk3brc5/swdqwl7vohlq.png

[51] *mosquitto-mqtt-home-assistant-jeedom.png (640×320)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.lesalexiens.fr/wp-content/uploads/2021/10/mosquitto-mqtt-home-assistant-jeedom.png

[52] *Introduction to RabbitMQ | by Knoldus Inc. | Medium*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://medium.com/@knoldus/introduction-to-rabbitmq-7d6abdfa6d4e

[53] *3062055 (280×280)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://avatars.githubusercontent.com/u/3062055?s=280&v=4

[54] *apache-activemq-logo.png (600×180)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://blog.nicolashachet.com/wp-content/uploads/2020/06/apache-activemq-logo.png

[55] *mqtt_client_topics.png (1080×180)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://docs.sensetecnic.com/assets/images/mqtt_client_topics.png

[56] *Différence entre les protocoles MQTT et HTTP – Acervo Lima*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://fr.acervolima.com/difference-entre-les-protocoles-mqtt-et-http/

[57] Fethi ,Abdallah , Conception d'un systemeimmotique "Smart Building"pour la societe CNAS.91p. these de Master:Informatique:Université SAAD DAHLEB de BLIDA :201

[58] *official-nodemcu-development-board.jpg (960×639)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://dziadalnfpolx.cloudfront.net/blog/wp-content/uploads/2015/09/official-nodemcu-development-board.jpg

[59] YadullahAbidi "NodeMCUvsArduinovs Raspberry Pi"(Article Candid.Technology) [Enligne]https://candid.technology/nodemcu-vs-arduino-vs-raspberry pi/

[60] *14567101191_1.jpg (1000×666)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.elecrow.com/pub/media/catalog/product/cache/f8158826193ba5faa8b862a9bd1eb9e9/1/4/14567101191_1.jpg

[61] *NodeMCU-ESP8266-Pinout.jpg (750×500)*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://components101.com/sites/default/files/component_pin/NodeMCU-ESP8266-Pinout.jpg

[62] Ali Al Dahoud et Mohamed Fezari "NodeMCU V3 For Fast IoTApplicationDevelopment"[Publication en ligne] https://www.researchgate.net/publication/328265730_NodeMCU_V3_For_Fast_IoT_Application_Development

[63] *L'essentiel sur ESP8266 / NodeMCU : séquence découverte.*(n.d.). Retrieved March 26, 2022, from http://framboiseaupotager.blogspot.com/2017/12/lessentiel-sur-esp8266-nodemcu-sequence.html

[64] *Arduino& GPS Ublox Neo-6M - /dev/tbo*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from http://gilles.thebault.free.fr/spip.php?article50

[65] *GPS Module Interfacing with NodeMCU ESP8266: Showing the Latitude and Longitude on Webpage*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://iotdesignpro.com/projects/nodemcu-esp8266-gps-module-interfacing-to-display-latitude-and-longitude

[66] *Débitmètre pour eau industriel : fonctionnement*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/debitmetre-eau.html

[67] *Capteur de débit d'eau - Débitmètre industriel - Compteur de débit d'eau - Capteur Hall. Interrupteur DN32 G1-1/4" 1-120 l/min. : Amazon.fr: Bricolage*. (n.d.). Retrieved March 26, 2022, from https://www.amazon.fr/Capteur-d%C3%A9bit-deau-Diam%C3%A8tre-industriel/dp/B07Q7PR2PF

[68]*How to use Flow meter with Arduino | Hobbyist.co.nz*. (n.d.). Retrieved May 20, 2022, from https://www.hobbyist.co.nz/?q=arduino-with-YF-S201-flow-meter

[69] *Node.js*. (n.d.). Retrieved June 13, 2022, from https://nodejs.org/en/