

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

**En** : Télécommunications

**Spécialité** : Système des Télécommunications

**Par** : MAHDAD NARIMENE et LAIREDJ DJAMILA

**Sujet**

*Développement d'un device IOT pour la supervision d'un système de transport intelligent*

Soutenu publiquement, le 26 / 09 / 2020 , devant le jury composé de :

M <sup>r</sup> BENDIMERAD Fethi Tarik	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
M <sup>r</sup> ABDELLAOUI Ghouti	MCB	ESSA-Tlemcen	Directeur de mémoire
M <sup>r</sup> MEGNAFI Hicham	MCB	ESSA-Tlemcen	Examineur

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à*

*A mon père, ma source de joie et de bonheur, qui est toujours disponible pour moi, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, je lui confirme mon attachement et mon profond respect.*

*A ma mère qui m'a encouragé durant toutes mes études, et qui sans elle, ma réussite n'aura pas eu lieu*

*A mes chers frères Abderrahmen et Adem qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.*

*A mon mari Ghouti de m'avoir donné le courage et la force pour réaliser ce modeste travail.*

*A mes chères sœurs Amina et Manal.*

*A ma grande mère, Mes oncles Abdelhak, Diden, Fouad et mes tantes Bahidja, Amel, Fatima Zohra, ma belle-mère et ma belle-sœur Zineb.*

*A mes chers cousins Saadallah, Abdelhadi, Toufik, Yassine*

*A la mémoire de mon oncle Toufik, ma grande mère et mon grand père*

*A ma chère binôme Djamila et ça famille*

*A mes amies « Hanane, Kawther, Majda, Kaouther, Nadina ».*

*A toute la famille Mahdad et Merabet Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.*

*NARIMENE*

# Dédicace

*La vie n'est qu'un éclair,  
Et un jour de réussite est un jour très cher.  
Je dédie humblement ce manuscrit à*

## *À mes très chers parents*

*Je vous dois ce que je suis aujourd'hui, grâce à votre amour, votre patience et vos innombrables sacrifices.*

*Que ce modeste travail, soit pour vous une petite compensation et reconnaissance pour tout ce que vous avez fait.*

*Que Dieu, vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que nous puissions à notre tour vous combler.*

*A l'âme de mon cher frère Fouad et de ma chère sœur Zahia, que dieu habitera en eux dans son espace.*

*A celles qui m'ont toujours aidé, écouté, soutenu et encouragé tout au long de mon parcours ; celles qui ont toujours été présentes pour moi, mes très chères sœurs Fatima , fatma et souhila.*

*A mes très chers frères Abdelkarim et Mohamed Nadir*

*A mes nièces Salsabil, Khouloud et sœur de fille Tasnim.*

*A mes petites anges Nada, Dhoha et Zahia.*

*A celles qui m'ont supporté et m'ont encouragé mes chers amies*

*Narimene, Kawther, Chahrazed, Asma, Zahra, Hanan, Sihem, Nourelhouda, Khaouther, Mona, Zobaieda, Madjda, Fatima.*

*A tous ceux que j'ai oublié de citer et je leur souhaite à tous beaucoup de courage, de chance et de succès.*

*A tous mes collègues de promo Master II en systèmes des télécommunications (2019/2020) .*

*Djamila*

# Remerciements

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire. Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mr ABDELLAOUI GHOUTI**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa présence, sa patience, ses conseils fournis de façon efficace et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire. Nous sommes honorés par la présence de **Mr BENDIMERAD** en étant président du jury et **Mr MEGHNAFI** d'avoir accepté d'examiner ce travail. Nos remerciements s'adressent également à tous les professeurs de l'université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen qui ont fait beaucoup d'efforts pour nous transmettre leurs savoirs.*

*Nous n'oublions pas de remercier nos familles pour leur contribution, leur soutien et leur patience.*

*Nos profonds remerciements vont également à tous nos proches et amis et à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenu de près ou de loin.*

*Merci à toutes et à tous*

## ملخص

يعتبر النقل عاملاً أساسياً في تطور أي بلد بشكل عام ، ولكنه يواجه دائماً العديد من المشكلات (ضيق الوقت ، وقلة التوقفات ، والاختناقات المرورية ...) والتي يمكن التعامل معها، ولكن لا يمكن فعل ذلك إلا مع التنظيم الجيد. يتكون مشروعنا من اقتراح حل لتلبية هذه الاحتياجات ، من خلال تطوير جهاز يعتمد على خواص إنترنت الأشياء (IoT) للإشراف على نظام النقل الذكي (ITS) ، وهو جهاز متصل بالإنترنت يمثل وحدة متصلة ، ويمكن دمجه بسهولة في السيارة من أجل التحكم فيها أو الإشراف عليها عن بعد. هذا يمكننا من حل العديد من المشاكل في مجال النقل.

**الكلمات المفتاحية:** النقل ، إنترنت الأشياء (IoT) ، نظام النقل الذكي (ITS) ، الأشياء المتصلة

## Résumé

Le transport est un facteur fondamental au développement de tout pays en général, mais il fait toujours face à de nombreux problèmes (perte de temps, manque d'arrêts, embouteillages, etc.) qui peuvent être traités, mais cela ne peut se faire qu'avec une bonne organisation. Notre projet consiste à proposer une solution pour répondre à ces besoins, en développant un dispositif basé sur l'Internet des Objets (IDO) afin de superviser un système de transport intelligent (STI), ce dernier est doté d'une connexion internet qui représente un objet connecté, et qui peut être intégré facilement dans un véhicule, afin de le commander ou le superviser à distance. Ceci, permet de résoudre plusieurs problèmes dans le domaine du transport.

**Les mots clés :** Transport, internet des objets (IDO), système de transport intelligent (STI), objet connecté.

## Abstract

Transport, generally is a fundamental factor in the development of any country, but it always faces many problems (loss of time, lack of stops, traffic jams, ext.) which can be dealt with, but this can only be done with a well organization. Our project consists to propose a solution. To resolve these needs, by developing an Internet of Things (IoT) device to supervise an intelligent transport system (ITS), a device equipped with an internet connection which represents a connected object, and which can be easily integrated into a vehicle, in order to control or supervise it remotely. This makes it possible to solve several problems in the field of transport.

**Keywords:** Transport, internet of things (IoT), intelligent transport system (ITS), connected object

# Table des matières

<b>Table des Figures</b>	<b>vii</b>
<b>Table des Abréviations</b>	<b>x</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>1 Les systèmes de transports intelligents</b>	<b>4</b>
1.1 Introduction . . . . .	4
1.2 Définition des systèmes de transport intelligent . . . . .	5
1.3 Les origines des ITS pour la route . . . . .	6
1.3.1 Premières études (années 60 – années 70) . . . . .	7
1.3.2 Premières applications (années 80 – milieu des années 90) . . . . .	7
1.3.3 Les grands projets (milieu des années 90 – aujourd’hui) . . . . .	9
1.4 Les objectifs des systèmes de transport intelligent . . . . .	9
1.4.1 Un transport plus fiable . . . . .	10
1.4.2 Une productivité économique améliorée . . . . .	10
1.4.3 Une amélioration de la sécurité . . . . .	11
1.4.4 Des économies de temps et gains d’efficacité opérationnelle . . . . .	12
1.4.5 Une réduction des effets sur l’environnement . . . . .	12
1.5 Catégorisation des application relatives aux ITS . . . . .	13

1.5.1	Information pour les voyageurs . . . . .	13
1.5.2	Gestion du trafic . . . . .	13
1.5.3	Véhicule . . . . .	13
1.5.4	Véhicule commercial . . . . .	13
1.5.5	Transport publique . . . . .	14
1.5.6	Gestion des urgences . . . . .	14
1.5.7	Paieement électronique . . . . .	14
1.5.8	Sécurité . . . . .	14
1.6	Exemple d'architecture canadienne . . . . .	14
1.6.1	Gestion du transport en commun . . . . .	15
1.7	Technologies intégrées dans les systèmes de transport intelligent . . . . .	17
1.7.1	Communications sans fil . . . . .	17
1.7.2	Technologies de calcul . . . . .	18
1.7.3	Technologies de localisation . . . . .	18
1.7.4	Technologie de capteurs . . . . .	20
1.7.5	Capteurs vidéo . . . . .	21
1.7.6	Réseaux de capteurs sans fil . . . . .	22
1.7.7	Autres capteurs . . . . .	22
1.8	Conclusion . . . . .	23
<b>2</b>	<b>Internet des Objets</b>	<b>24</b>
2.1	Introduction . . . . .	24
2.2	L'évolution de l'internet des objets dans le monde . . . . .	24
2.3	Définition . . . . .	25
2.4	Objet Connecté . . . . .	26
2.4.1	Définition . . . . .	26
2.4.2	Exemples d'objets connectés . . . . .	27
2.5	Principe de IoT . . . . .	30

2.6	Les Composants De L'IoT . . . . .	30
2.7	La Sécurité et la confidentialité . . . . .	32
2.8	Domaines d'application des systèmes d'IoT . . . . .	32
2.8.1	Vie intelligente . . . . .	32
2.8.2	Les Villes Intelligentes . . . . .	33
2.8.3	Le transport et la mobilité intelligente . . . . .	34
2.8.4	L'environnement intelligent . . . . .	34
2.8.5	L'industrie intelligente . . . . .	35
2.8.6	La santé intelligente . . . . .	37
2.8.7	L'énergie intelligente . . . . .	38
2.9	Les avantages et les inconvénients de l'IoT . . . . .	38
2.10	Conclusion . . . . .	39
<b>3</b>	<b>Conception et Réalisation</b>	<b>41</b>
3.1	Introduction . . . . .	41
3.2	Présentation Hardware et Software . . . . .	42
3.2.1	Gboard Gsm . . . . .	42
3.2.2	General Packet Radio Service(GPRS) . . . . .	44
3.2.3	Les commandes AT . . . . .	48
3.2.4	Système de positionnement global américain (GPS) . . . . .	51
3.2.5	Les Trames NMEA . . . . .	52
3.3	Compilation et déploiement du service web . . . . .	55
3.3.1	Définitions des logiciels et outils utilisés . . . . .	55
3.3.2	Préparation et installation des outils . . . . .	56
3.3.3	Lancement du serveur web . . . . .	57
3.3.4	Compilcation de l'application OpenGTS . . . . .	59
3.3.5	Démarrer le service web Track sur un navigateur web (chrome) . . .	62
3.3.6	Ajouter un compte voiture dans le service opengts . . . . .	63

3.4	Programmation d'application mobile avec AppInventor . . . . .	63
3.4.1	Définition d'AppInventor . . . . .	64
3.4.2	Accès à AppInventor . . . . .	64
3.4.3	Présentation de l'interface . . . . .	65
3.4.4	Création d'un nouveau projet sous AppInvetor . . . . .	67
3.4.5	Configuration de l'Application . . . . .	67
3.4.6	Teste de l'application sur le Smartphone . . . . .	68
3.4.7	Affichage des résultats . . . . .	68
3.5	Mise en œuvre de la plate-forme embarquée (Gboard, GSM, GPS) . . . . .	70
3.6	Conclusion . . . . .	76
	<b>Conclusion générale et perspectives</b>	<b>77</b>
	<b>Annexes</b>	<b>79</b>
	<b>A DataSheet Gboard GSM SIM900</b>	<b>79</b>
	<b>B Module GPS U-blox M8N</b>	<b>84</b>
	<b>Références</b>	<b>113</b>

# Table des figures

1.1	Exemple de deux véhicules connectés . . . . .	6
1.2	Gestion du trafic routier pour un système de transport intelligent . . . . .	13
1.3	Architecture canadienne des ITS . . . . .	14
1.4	Architecture générale d'un ITS . . . . .	15
1.5	Gestion de transport en commun . . . . .	16
1.6	Communication sans fil . . . . .	18
1.7	Boucle à induction magnétique(BIM) . . . . .	21
1.8	Réseaux de capteurs sans fil . . . . .	22
2.1	Une nouvelle dimension pour l'IoT. . . . .	25
2.2	Objets connectés . . . . .	26
2.3	Nest Smart Thermostat . . . . .	27
2.4	Wemo Switch Smart . . . . .	28
2.5	Smart lock . . . . .	28
2.6	Hydrao First . . . . .	28
2.7	Le T-shirt connecté . . . . .	29
2.8	La lentille de contact intelligente . . . . .	29
2.9	Healthpatch Health Monitor . . . . .	30
2.10	Les constituants d'une ville intelligente . . . . .	34

2.11	Les aspects de transport intelligents . . . . .	35
2.12	Un schéma de l'industrie . . . . .	36
2.13	Un système de santé électronique . . . . .	37
3.1	Schéma général de la solution . . . . .	41
3.2	La carte Gboard Gsm pro . . . . .	43
3.3	Architecture de GPRS . . . . .	44
3.4	Schéma de fonctionnement d'une commande AT . . . . .	49
3.5	Structure d'une commande AT . . . . .	49
3.6	Décodage d'une trame RMC . . . . .	54
3.7	Présentation du xampp . . . . .	58
3.8	Page d'accueil de Tomcat . . . . .	58
3.9	Création d'un compte . . . . .	59
3.10	Liste des applications web chargées . . . . .	59
3.11	Installation du compilateur Ant . . . . .	60
3.12	Création d'un fichier avec l'extention .war . . . . .	60
3.13	Compilation du module track . . . . .	60
3.14	Accès au répertoire bin . . . . .	61
3.15	Connexion à la base de donnée mysql . . . . .	61
3.16	Création d'un utilisateur . . . . .	62
3.17	Interface d'authentification OpenGTS . . . . .	62
3.18	Ajout d'un vehicule . . . . .	63
3.19	AppInventor . . . . .	64
3.20	Accès à AppInventor . . . . .	65
3.21	Connexion à AppInventor . . . . .	65
3.22	L'interface de AppInventor . . . . .	65
3.23	Description de la partie « Designer » . . . . .	66
3.24	La partie blocks . . . . .	66

3.25	Création d'un nouveau projet . . . . .	67
3.26	Configuration de l'application . . . . .	68
3.27	QR code . . . . .	69
3.28	Interface d'authentification OpenGTS via l'application mobile . . . . .	69
3.29	Menu principale via l'application mobile . . . . .	69
3.30	Module GPS . . . . .	70
3.31	Schéma de câblage . . . . .	71
3.32	Communication série entre le PC et la carte Arduino . . . . .	71
3.33	Connexion série GPS . . . . .	71
3.34	Connexion série Gsm . . . . .	72
3.35	La partie "Loop" de notre programme . . . . .	73
3.36	Fonction getUrl . . . . .	73
3.37	La fonction SendHTTP . . . . .	73
3.38	Présentation de notre réalisation . . . . .	74
3.39	Interface d'utilisation du service no-ip . . . . .	74
3.40	Client No-ip chargé de transmission de l'adresse IP publique . . . . .	75
3.41	Trace route . . . . .	75

# Liste des acronymes

<b>Abréviation</b>	<b>Définition</b>
AMTICS	Advanced Mobile Traffic Information and Communication Systems
ARTS	Advanced Road Transportation Systems
ASV	Advanced Safety Vehicle
AT	Attention
BS	Billing System
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station Subsystem
CACS	Comprehensive Automobile traffic Control System
CGF	Charging Gateway Function
DRIVE	Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe
ERGS	Electronic Route Guidance System
ERTICO	European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization
FCD	Floating car data
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSC	Gateway Mobile Switching Center

<b>Abréviation</b>	<b>Définition</b>
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GTP	GPRS Tunneling Protocol
HLR	Home Location Register
IHM	Interface homme machine
IoT	Internet of things
IVHS	Intelligent Vehicle Highway Society
LPWAN	Low Power Wide Area Network
MAP	Mobile Application Part
ME	Mobile Equipement
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MS	Mobile Station
MSC	Mediterranean Shipping Company
NMEA	National Marine Electronics Association
NPA	National Police Agency
OBD	On-Board Diagnostics
OC	Objet connecté
PCU	Packet Control Unit
PLMN	Public Land Mobile Network
PNT	Positioning, navigation, and timing
PROMOTE	Programme for Mobility in Transportation in Europe
RACS	Road Automobile Communication System
SGSN	Service GPRS Support Node
SIG	Système d'information géographique
SMSC	Short Message Service Center

<b>Abréviation</b>	<b>Définition</b>
SSVS	Super Smart Vehicle System
STI	Système de transport intelligent
TA	Terminal Adapter
TAP	Telematics Applications Programme
TE	Terminal Equipement
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UTMS	UniversalTraffic Management System

# Introduction générale

Le transport a toujours été un facteur essentiel dans le développement d'un pays en général. C'est pourquoi ce secteur aspire à des améliorations régulières l'amenant à faire appel à des études scientifiques. En effet, Un problème de transport est un problème de minimisation du coût de transport.

Cependant, il peut également y avoir des objectifs multiples comme la réalisation du plan de transport, le respect des contrats d'union, garantir un nombre stable de postes d'emplois au niveau des différentes unités et des flottes de transport, organiser un équilibre dans l'exploitation des unités, minimiser les risques et les incertitudes dus au transport. En Algérie comme partout dans le monde, nous rencontrons plusieurs problèmes de transport parmi eux :

- Manque de moyens de transport en commun : Le manque de moyens de transport en commun se présente comme un gros frein au retour à l'emploi. Certaines villes font face à une insuffisance de moyens de transport en commun. Cette situation pénalise énormément les usagers qui, de ce fait, éprouvent énormément difficultés pour réaliser à leurs affaires.
- Perte du temps : Beaucoup de passager rate chaque jour leurs bus soit parce que ces bus arrivent tôt aux stations ou bien parce que le bus a dépassé la station, les passagers ne savent jamais les horaires de sortie des bus ce qui mènent à un temps

d'attente excessivement long.

- Absence des arrêts : Certains quartiers ne sont pas desservis, la population se rabat sur les taxis clandestins ou la marche à pied.
- La congestion qui devient un handicap important dont la prise en charge de son administration est de plus en plus nécessaire.
- Circulation routière (Embouteillage) : C'est un problème qui dure depuis des années, l'Algérie souffre énormément des embouteillages, tout ça car il y a un manque d'organisation ou les parkings sont souvent plein.

Nous pouvons dire que la majorité de ces problèmes ont la même source, qui se présente dans le problème de communication entre les différents véhicules ou moyen de transport en général, hors dans le domaine des télécommunications, il existe de nombreuses solutions offrant une bonne communication et un bon partage d'informations. Parmi eux, nous avons la technologie internet of things (IoT) qui offre plein d'avantages dans plusieurs domaines y compris le transport. Dans cette thématique nous allons réaliser à travers ce projet de fin d'études, un équipement doté d'une connexion internet qui représente un objet connecté, et qui peut être intégré facilement dans un véhicule, afin de le commander ou le superviser à distance. Ceci, permet de résoudre plusieurs problèmes dans le domaine du transport tel que :

- La synchronisation entre les bus d'un même circuit (Transport en commun),
- Informer les usagers sur l'emplacement et le temps d'arrivée ou de départ d'un bus (Transport en commun).
- Former une bonne connaissance sur la situation du réseau routier (gestion de congestion et des embouteillages).

L'application de l'IoT dans le secteur de transport a permis de lancer un nouveau domaine d'innovation et de développement, ce que nous appelons les STI (Systèmes de

Transport Intelligents) ainsi que quelques différentes technologies qui ont permis au STI de voir le jour.

Notre projet intégré plusieurs connaissances que nous allons les présentés dans ce manuscrit selon les chapitre suivants :

Commençons par une introduction générale définissant les différents problèmes de transport en Algérie et le besoin de développer un ITS.

Dans le premier chapitre, nous avons présenté les systèmes de transport intelligents. Passons par la suite au second chapitre, qui présente une étude sur les objet connectés et l'internet of thins (IoT) d'une manière générale.

Le troisième chapitre, s'intéresse à la conception et la réalisation de notre système . Nous terminerons ce projet en présentant nos conclusions générales et les perspectives de cette recherche.

# Chapitre 1

## Les systèmes de transports intelligents

### 1.1 Introduction

L'homme depuis son existence a cherché des moyens pour lui faciliter ses déplacements.

Aujourd'hui, nous pouvons dire que nous avons réalisé le rêve de nos ancêtres tout en construisant des puissantes infrastructures et inventant des moyens de transport divers avec des capacités énormes. Malheureusement, ces avancées rapides couplées au désir de se déplacer de plus en plus rapidement, mènent à de nouvelles peines graves : les accidents, la pollution et les embouteillages. Pour faire face à ses problèmes et augmenter l'infrastructure actuelle, de nombreuses méthodes ont été proposées tels les panneaux à message variable ; les dos d'âne ; les décisions gouvernementales permettant de lutter contre la pollution en interdisant les jours de forte pollution, l'accès au centre-ville pour les véhicules avec des numéros immatriculés pairs ou impairs et en favorisant l'utilisation des véhicules écologiques , en donnant des avantages aux consommateurs, sous la forme d'une réduction sur les taxes du carbone et les cotisations d'assurance.

A la fin du XXème siècle, les chercheurs tendent à introduire l'intelligence dans les systèmes de transport, ce qui a donné une naissance à un nouveau domaine de recherche dénommé « Systèmes de Transport Intelligents » abrégé STI. A leurs débuts, les initiatives

étaient limitées par la télésurveillance sur les accidents de la circulation à l'aide de caméras pour informer les utilisateurs via des panneaux à messages variable. Peu après, avec l'arrivée de la communication sans fil, le monde a ouvert ses portes en direction de la recherche sur la communication inter-véhiculaires. Aujourd'hui, sans même y penser, par un simple coup d'œil le conducteur peut consulter diverses applications technologiques (niveau de carburant et d'huile, température du moteur, vitesse, kilométrage effectué, allumage des phares, pression des pneumatiques, accrochage des ceintures de sécurité, radar anti-collision, température extérieure, signal sonore d'un risque de verglas ou de brouillard ...), qui sont introduites pour lui faciliter la conduite, rendre le voyage plus sécurisé, plus confortable et même plus amusant.

### 1.2 Définition des systèmes de transport intelligent

ITS (en anglais : intelligent transportation system) sont des applications des nouvelles technologies de l'information et de la communication au domaine des transports et de sa logistique.

C'est un système interactif de collecte, de traitement, et de diffusion d'information appliqué aux transports, basé sur l'intégration des technologies de l'information et de la communication aux infrastructures et aux véhicules utilisés de manière à améliorer la gestion et l'exploitation des réseaux de transport et des services aux utilisateurs associés. La Figure 1.1 illustre un exemple de deux véhicules connectés en interaction entre eux et avec leurs voisinage.

Des nouvelles technologies appliquées aux réseaux de transport pour en améliorer : la gestion, l'exploitation, les services aux utilisateurs.[1]

La gamme des technologies considérées comprend toutes les applications de la télématique au domaine du transport, utilisant notamment l'électronique embarquée ou fixe (p.ex. : capteurs, moyens de calcul), les télécommunications, les bases de données et d'information, les systèmes de régulation, les paiements électroniques.

Tous les modes de transport – routier, ferroviaire, aérien, maritime – sont visés par ces applications, tant pour la sécurité ou la régulation des flux de la circulation que pour l'information des usagers des transports en commun ou des usagers du transport des marchandises.[2]

Notre étude se consacre pour les systèmes de transports routiers.



Figure 1.1: Exemple de deux véhicules connectés

### 1.3 Les origines des ITS pour la route

Selon [2] l'histoire des ITS pour la route s'étale des années 60 jusqu'à nos jours, et elle peut être découpée en trois grandes phases :

- La première phase, est déterminée par l'étude de faisabilité et de préparation des technologies de base qui servent de support aux transports intelligents.
- Alors que la deuxième, est caractérisée par la mise en place des premières applications résultantes des premières études .
- Enfin, la dernière phase qui non seulement mis l'accent sur l'importance des ITS pour la gestion de trafic mais de les considérer comme étant des outils de développement des Pays.

### 1.3.1 Premières études (années 60 – années 70)

Les attrayants projets de cette époque c'étaient : le programme de recherche CACS "Comprehensive Automobile trafic Control System" qui s'est étendu de 1973 à 1979.[3] Il s'agissait du premier partenariat public-privé dans le monde ayant testé en zone urbaine un système de navigation interactif embarqué possédant un écran ; le projet ERGS "Electronic Route Guidance System" aux États-Unis [4] et le projet similaire ALI "Autofahrer Leitund Information System" en Allemagne.[5] Ces trois issues étaient basées sur des systèmes de communication reliés à un énorme ordinateur central. Malheureusement, vu les faibles capacités de calcul des systèmes embarqués de cette période et de l'importante puissance requise pour le serveur principal, ces projets n'ont jamais vu le jour.

### 1.3.2 Premières applications (années 80 – milieu des années 90)

La période des années 80 a été marquée par plusieurs avancées technologiques (développement de puissance des processeurs, capacités des calculs, augmentation de la taille mémoire,etc.). Le domaine de transport a largement bénéficié de ces évolutions qui ont abouti à l'essor de nombreux projets. Ces derniers s'intéressaient au développement des solutions réelles, concrètes et fonctionnelles afin de les commercialiser.Parmi ces projets, nous citons les issues européennes représentées par le programme EUREKA créé en 1986 et son projet PROMETHEUS "PROgramM for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety" , qui est une initiative soutenue par des constructeurs automobiles visant à développer les transports intelligents. Le programme DRIVE I "Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe"[2] , créé par les autorités européennes en 1988 et achevé en 1991 pour qu'ils le reprennent avec le programme DRIVE II [6] l'année suivante.

Du côté américain, cette époque s'est caractérisée par la formation d'un groupe d'étude informel dénommé "Mobility 2000" en 1988, ainsi que la création du programme national IVHS America "Intelligent Vehicle Highway Society of America" en 1990. L'intégration

du groupe d'étude au projet par le gouvernement en 1992 lors de son lancement. Simultanément, le rival japonais a créé en 1984 le projet RACS "Road/Automobile Communication System" par le ministère de la construction (MOC "Ministry Of Construction"), et en 1987 le projet AMTICS "Advanced Mobile Traffic Information and Communication Systems" de l'agence nationale de la police (NPA "National Police Agency"), qui ont aidé à la création des éléments de base des systèmes de navigation actuels. En 1991, le ministère des postes et des télécommunications a unifié ces deux projets dans le projet VICS ciblant leur standardisation [7] En plus de ceux mentionnés ci-dessus, cette période a été marquée par la mise en place de quatre autres projets importants dans l'histoire des systèmes de transport intelligents :

- Le projet ARTS "Advanced Road Transportation Systems", du ministère de la construction, qui commença en 1989 et dont l'objectif a été la conception de nouveaux types de voies.
- Le projet SSVS "Super Smart Vehicle System", du ministère du commerce extérieur et de l'industrie, a été mis en place en 1990 dans le but de créer des véhicules qui interagissent entre eux et avec la route.
- Le projet ASV "Advanced Safety Vehicle"[8] , du ministère des transports, qui débuta en 1991, se charge de la recherche et du développement de technologies liées à la sécurité automobile.
- Le projet UTMS "UniversalTraffic Management System"[9] , de la police nationale, établi en 1991 afin d'améliorer la surveillance et l'organisation du trafic. Globalement, les projets cités ci-dessus issus de nombreux efforts (privés et publics), ont aidé à accélérer les recherches dans le domaine des ITS.

### 1.3.3 Les grands projets (milieu des années 90 – aujourd’hui)

A Paris, en 1994 avec l’organisation du premier congrès mondial sur les ITS, la phase actuelle de l’histoire a commencé. Cette phase est fortement marquée par sa dimension mondiale. En 1994 aux États-Unis, le projet IVHS a été renommé ITS America "Intelligent Transportation System America" pour étaler le champ de recherche ainsi que refléter la volonté du gouvernement à encourager les ITS. En Europe, les projets PROMOTE "Programme for Mobility in Transportation in Europe" [8] et TAP "Telematics Applications Programme" [10] ont suivi les projets PROMETHEUS et DRIVE II. Sans omettre à mentionner, la création de l’organisation publique-privée ERTICO "European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization" qui a pour but la création d’un réseau d’informations sur les ITS ainsi qu’apporter de l’aide pour retrouver de nouvelles collaborations.

## 1.4 Les objectifs des systèmes de transport intelligent

Les ITS connaissent de nombreuses applications dont :

- La réduction de l’encombrement et l’amélioration de la mobilité.
  - L’amélioration de la sécurité du réseau de transports.
  - L’accroissement de la productivité économique.
  - la réduction du temps de déplacement et des coûts pour le gouvernement, le voyageur et l’exploitant.
  - L’amélioration de l’efficacité énergétique et la réduction des effets sur l’environnement.
- Nous donnons ci-dessous des exemples de certains de ces avantages tirés de projets ITS mis en œuvre au Canada, aux États-Unis, en Europe et au Japon. Réduction des accidents en zone rurale à l’aide des services 911 et autres services de gestion des

véhicules d'urgence, des systèmes anticollisions, des fonctions de prévisions météo, etc.

- Accroissement des débouchés et création de nouveaux créneaux pour les fournisseurs et les usagers.
- Réduction du fardeau administratif et des coûts d'exploitation grâce à l'amélioration de l'efficacité des systèmes au moyen de fonctions automatisées et de transactions électroniques.
- Amélioration de la surveillance et de la gestion des flux de trafic et des incidents reliés au transport des marchandises dangereuses.
- Amélioration de la collecte de données sur les flux de trafic, les marchandises transportées, les transporteurs, les conducteurs et les charges marchandises par les autorités économiques, commerciales et de réglementation, les administrateurs d'installation et les fournisseurs de transport, permettant plus d'efficacité dans la planification des politiques, la conception des infrastructures et la gestion des activités.

### 1.4.1 Un transport plus fiable

Les applications de ITS ont permis un redressement de 12 à 23% de la ponctualité du transport en commun, le temps d'attente des passagers étant réduit jusqu'à 50%. Par exemple, Kansas City (Missouri) a amélioré la ponctualité de ses autobus urbains de 12%, tout en réduisant son parc d'autobus de 9%.

Les systèmes de paiement électronique mis en place ont gagné jusqu'à 90% de la faveur des habitués. Ces systèmes ont augmenté la perception du péage de 3%, passant à 30%.

### 1.4.2 Une productivité économique améliorée

Nous estimons que le système COMPAS (système de gestion de la circulation autoroutière au Canada) permet aux exploitants de véhicules commerciaux d'économiser 55

millions de dollars annuellement et a généré 20 millions de dollars en exportations par année depuis 1993.

Le département américain des transports estime que le déploiement des ITS peut permettre aux contribuables d'économiser 35% au chapitre des investissements d'infrastructure et de réduire les coûts de cycle de vie du réseau des transports pour la prochaine décennie de 25%, soit de 30 milliards de dollars.

Jusqu'au 2015, les États-Unis a investie en ITS 350 milliards \$US en avantages économiques directs et 600 000 emplois.

### 1.4.3 Une amélioration de la sécurité

L'expérience canadienne du système de gestion de la circulation routière COMPAS à Toronto, qui surveille la circulation sur certaines sections de l'autoroute 401, montre que les mesures des incidents de circulation et de l'encombrement ont réduit la durée des incidents entre le moment où ils surviennent et celui où ils sont éliminés de 86 à 30 minutes. Le retard moyen par incident a été réduit de 537 véhicules-heures. L'affichage de messages d'incident au moment où ceux-ci surviennent a permis de prédire environ 200 accidents par année, entraînant des économies de 10 millions de dollars.

L'expérience aux États-Unis révèle une réduction du nombre d'accidents allant de 15 à 62%. Plus précisément, le projet FAST-TRAC à Oakland (Michigan) a entraîné une réduction de 89% des accidents de virage à gauche, une réduction de 27% du nombre total de blessures et une réduction de 100% des blessures graves. Le projet Guidestar TMS à Minneapolis a permis une réduction de 25% des accidents, une augmentation de 35 de la vitesse moyenne à l'heure de pointe et un accroissement de la capacité routière de 22%.

Le comté de Fulton (Géorgie) a réduit le délai moyen d'intervention en cas d'incendie de 7,5 à 4,5 minutes.

### 1.4.4 Des économies de temps et gains d'efficacité opérationnelle

Le système de gestion routière COMPAS a permis de réduire les délais globaux de 5,3 millions de véhicules-heures par année et la consommation de carburant de 11,3 millions de litres par année.

L'expérience japonaise révèle que les mesures de gestion du trafic permettent de diminuer jusqu'à 11% la consommation annuelle de carburant.

La régulation assistée par ordinateur pour les chasse-neiges a permis à Indiana (USA) d'économiser 14 millions \$US par année en coûts d'exploitation et équipement.

Le système de perception électronique du péage (PIKEPASS) en Oklahoma a réduit les coûts d'exploitation à chaque poste de péage de 176 000\$ à 16 000\$ par année.

Le temps d'attente des véhicules dans les voies de péage de la ville de New York a diminué, passant de 15 minutes à moins de 30 secondes depuis l'introduction du système de péage E-Z Pass.

### 1.4.5 Une réduction des effets sur l'environnement

Le système de gestion routier COMPAS a réduit les émissions de 3 100 tonnes d'oxyde de carbone par année.

Une récente étude commandée par la table des transports, dans le cadre du processus national sur le changement climatique du Canada, sur les effets de sept applications ITS sur les émissions de gaz à effet de serre, a estimé la réduction annuelle de ces émissions en 2010 à 763 milliers de tonnes. Cette réduction représente 0,5% des émissions totales de gaz à effet de serre attribuable au transport en 1995. Les réductions connexes dans la consommation de carburant sont estimées à près de 300 millions de litres.

## 1.5 Catégorisation des application relatives aux ITS

### 1.5.1 Information pour les voyageurs

Informations de préparation au voyage, informations durant le voyage pour le conducteur, information durant le voyage dans les transports publics, informations routières, localisations, etc.

### 1.5.2 Gestion du trafic

Contrôle du trafic, gestion des accidents, gestion des flux, gestion de maintenance des infrastructures, planification des infrastructures etc, comme le montre la Figure 1.2:

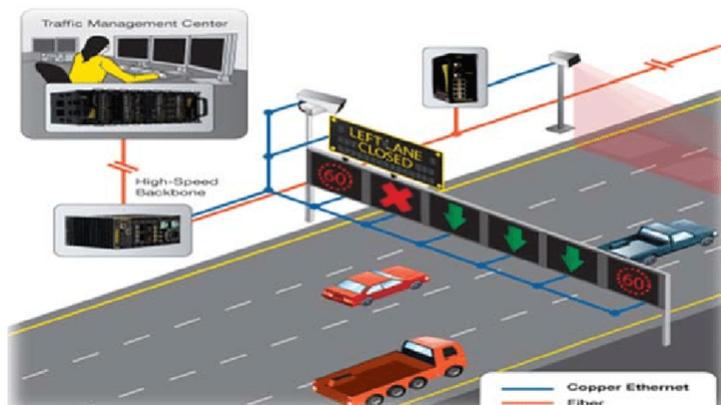


Figure 1.2: Gestion du trafic routier pour un système de transport intelligent

### 1.5.3 Véhicule

Amélioration de la couverture visuelle, fonctionnement automatisé du véhicule, évitement des collisions (latérales et longitudinales), sécurité, maintenance du véhicule, etc.

### 1.5.4 Véhicule commercial

Pré-dédouanement des véhicules utilitaires, procédures administratives des véhicules utilitaires, inspection automatique de la sécurité routière, surveillance de la sécurité à bord

des véhicules utilitaires, gestion du parc automobile, systèmes de diagnostic automatisés, etc.

### 1.5.5 Transport publique

Gestion des transports publics, gestion des transports à la demande, gestion du transport partagé, gestion des horaires, localisation, etc.

### 1.5.6 Gestion des urgences

Avis d'urgence et sécurité personnelle des voyageurs, gestion des véhicules d'urgence, gestion du transport des matériaux dangereux et notification d'incidents, etc.

### 1.5.7 Paiement électronique

Opérations financières électroniques (péages).

### 1.5.8 Sécurité

Sécurité publique des voyages, amélioration de la sécurité pour les usagers, jonctions intelligentes, etc.[11]

## 1.6 Exemple d'architecture canadienne

L'architecture canadienne Figure 1.3 : "fournit un cadre d'intégration unique pour guider la mise en place coordonnée des programmes de ITS dans les secteurs public et privé".

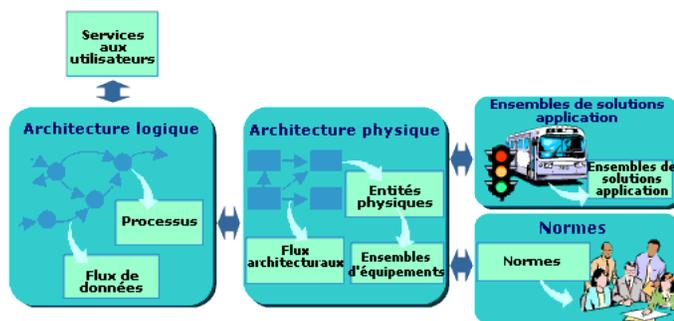


Figure 1.3: Architecture canadienne des ITS

1. Information à l'intention des voyageurs
2. Gestion du trafic
3. Gestion du transport en commun
4. Exploitation de véhicules commerciaux
5. Gestion des urgences
6. Systèmes avancés de sécurité des véhicules
7. Gestion de l'information
8. Gestion des travaux d'entretien et de construction

la Figure suivante 1.4 représente l'architecture général d'un système de transport intelligent:



Figure 1.4: Architecture générale d'un ITS

## 1.6.1 Gestion du transport en commun

Nous pouvons dire que le transport en commun est le secteur qui attire plus d'avantages des ITS, en se basant sur une architecture moderne illustrée par la Figure 1.5, et qui nous offre plusieurs avantages, que nous citons:

## Chapitre1. Les systèmes de transports intelligents

- Gestion du transport en commun.
- Information en cours de route.
- Transport en commun adapté à la demande.
- Sûreté dans les transports en commun.
- Contexte routier (Autoroutier, Route municipaux).
- Contexte transport collectif.

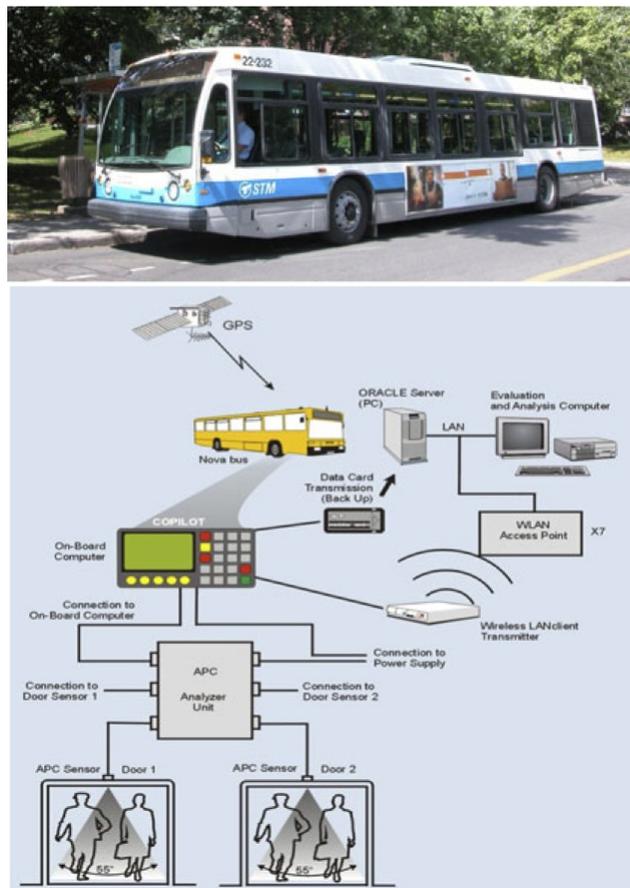


Figure 1.5: Gestion de transport en commun

## 1.7 Technologies intégrées dans les systèmes de transport intelligent

Les technologies utilisées dans les systèmes de transport intelligents varient, allant de systèmes de gestion basiques comme les systèmes de gestion des carrefours à feux, les systèmes de gestion des conteneurs, les panneaux à messages variables, les radars automatiques ou la vidéo-surveillance aux applications plus avancées qui intègrent des données en temps-réel avec retours d'informations de nombreuses sources, comme les informations météorologiques, les systèmes de dégivrage des ponts, les systèmes de navigation embarqués informant des temps de parcours en temps réel etc. De plus, les techniques prédictives sont développées pour permettre une modélisation avancée et une comparaison avec une base regroupant des données historiques de référence.

Quelques technologies typiquement implantées dans les ITS sont décrites dans les sections qui suivent:

### 1.7.1 Communications sans fil

Diverses technologies de communication sans fil Figure 1.6 sont proposées pour les systèmes de transport intelligent :

- Des communications à courte portée (moins de 350 mètres) comme le Wi-Fi.
- Des communications à plus longue portée comme le WiMAX, le GSM ou les technologies 3G, 4G et dans le futur, 5G, et LPWAN [12].

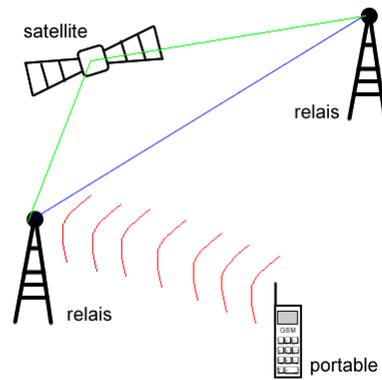


Figure 1.6: Communication sans fil

### 1.7.2 Technologies de calcul

Progrès récents dans l'électronique embarquée sur les gaines de broyeur dans les véhicules équipés de processeurs informatiques plus efficaces. Un véhicule typique du début des années 2000 aurait entre 20 et 100 modules individuels basés sur des microcontrôleurs ou des contrôleurs logiques programmables interconnectés dans un réseau avec des systèmes d'exploitation en temps non réel. La tendance actuelle est d'aller vers quelques modules à microprocesseur plus chers avec une mémoire matérielle en temps réel et une gestion du système d'exploitation. Les nouvelles plates-formes informatiques embarquées permettent la mise en œuvre d'applications logicielles plus sophistiquées, en particulier le contrôle des processus de modélisation informatique, l'intelligence artificielle et l'informatique omniprésente. L'intelligence artificielle est probablement la plus importante de ces approches pour les systèmes de transport intelligents.

### 1.7.3 Technologies de localisation

#### Géolocalisation par système de positionnement par satellite

Le principe du positionnement par satellites est très proche du principe de triangulation. La distance entre l'utilisateur du terminal GNSS et un certain nombre de satellites de positions connues est mesurée pour permettre une localisation de l'utilisateur à une

dizaine de mètres près. La vitesse de déplacement est aussi disponible.

Cette technologie est née avec le GPS américain ce qu'on définira dans le chapitre 3, les constellations satellitaires commandant des systèmes de GNSS se sont multipliées (GLONASS russe, Beidou chinois et Galileo européen). Au même temps les performances des systèmes s'améliorent. De très nombreux ITS s'appuient donc sur cette technologie qui permet le traçage en temps réel et à bas coût des mobiles afin de savoir les personnes en déplacement, les marchandises et leurs conteneurs ou les véhicules. C'est l'un des déterminants essentiels de l'essor des STI.

### **Téléphonie mobile**

En admettant que les voitures contiennent au moins un ou plusieurs téléphones mobiles ou cellulaires qui transmettent leur position de façon régulière au réseau - même s'il n'y a pas de communication vocale établie. Ils peuvent alors être utilisés dans les voitures comme des sondes anonymes du trafic. Quand la voiture bouge, le signal du téléphone mobile bouge également. Il est alors possible de mesurer et d'analyser par triangulation les données fournies par le réseau cellulaire - de manière anonyme - puis de convertir ces données en une information précise sur la circulation automobile. Plus il y a de congestion, plus il y a de voitures, de téléphones et donc de sondes. En centre ville, la distance entre les antennes est plus courte, la précision est ainsi augmentée. Il n'y a pas d'infrastructure spécifique construite le long des routes - seul le réseau de téléphonie mobile est mis en œuvre. Cette technologie FCD (floating car data) données cellulaires flottantes offre de grands avantages sur les méthodes classiques de mesure du trafic :

- Des coûts moindres par rapport aux capteurs et aux caméras
- Une meilleure couverture
- Une plus grande facilité de mise en œuvre : pas de zones de chantier, moins de maintenance des installations

- Une utilisation dans toutes les conditions météorologiques, même en cas de fortes pluies

Le gros inconvénient consiste en la précision de la localisation.

### 1.7.4 Technologie de capteurs

Les progrès des capteurs ont permis de développer les systèmes de transport intelligent sur la base de données fiables, fréquentes et en grande quantité. Ils permettent des mesures des caractéristiques de véhicules (longueur, poids, etc.), de la circulation (débit, taux d'occupation, vitesse, etc.) ou d'évènements (incidents, files d'attente, franchissement de feux rouges, etc.) pour notamment optimiser et améliorer de la sécurité routière. En général, les systèmes tendent à combiner généralement :

- Des systèmes de détection pour les ITS basés sur l'infrastructure (route intelligente)  
, Les capteurs d'infrastructure sont installés ou intégrés sur ou dans les routes, ou à proximité (immeubles, poteaux, panneaux, etc.). Ils peuvent être installés lors des travaux préventifs d'entretien des routes ou par un système mécanique d'injection de capteurs intégrés dans la route elle-même. Les capteurs de véhicules sont soit des dispositifs installés sur ou dans la route, soit des dispositifs disposés dans les véhicules,
- Des systèmes mesurant les variations environnementales (vent, bruit, pluviométrie, gel...),
- Des capteurs embarqués et systèmes reliant les véhicules à l'interne "véhicules connectés".

### Boucles électromagnétiques

Les boucles à induction Figure 1.7 sont placées sous la chaussée pour détecter les véhicules qui passent sur la boucle en mesurant le champ magnétique créé par le véhicule. Les plus simples des détecteurs comptabilisent le nombre de voitures qui passent au-dessus

de la boucle pendant un intervalle de temps donné (par exemple 60 secondes, la période standard aux États-Unis), tandis que les capteurs plus sophistiqués estiment également la vitesse, la longueur et le poids des véhicules ainsi que la distance qui les séparent. Les boucles peuvent être placées sur une simple voie ou au travers de plusieurs voies et fonctionnent aussi bien pour des véhicules très lents ou à l'arrêt que pour des véhicules se déplaçant à grande vitesse.

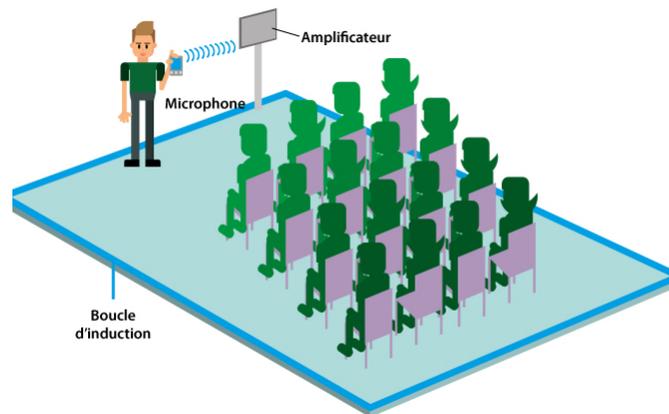


Figure 1.7: Boucle à induction magnétique (BIM)

### 1.7.5 Capteurs vidéo

La mesure du flux de trafic à base de caméra vidéo est une des autres formes existantes de détection du trafic. Comme les systèmes de détection vidéo ne nécessitent pas d'installer des composants directement à la surface ou dans la chaussée, ce type de système est dit "non intrusif". La maintenance se trouve simplifiée du fait de l'absence de contact répété entre les roues et le capteur. Les données vidéo, noir et blanc ou couleur, sont transmises à des processeurs qui analysent les changements de caractéristiques de l'image vidéo lorsqu'un véhicule passe grâce à des algorithmes de détection du mouvement. Les caméras sont installées sur des poteaux ou sur des structures adjacentes aux rues, mais toujours fixes. La plupart des systèmes de détection vidéo nécessitent une configuration initiale pour « apprendre » au processeur l'image de fond de référence. Cela implique

habituellement de préciser des mesures connues comme la distance entre les lignes séparant les voies ou la hauteur de la caméra au-dessus de la route, mesures normalisées dans le pays. Selon la marque et le modèle, un seul processeur de détection vidéo peut détecter le trafic en simultané pour quatre à huit caméras, en fonction de la complexité des algorithmes mis en œuvre. Les données types en sortie du système de détection vidéo sont, pour chaque voie de circulation, la vitesse et le taux d'occupation de la voie. D'autres systèmes fournissent des données additionnelles tels les intervalles entre véhicules, la progression du trafic, les véhicules arrêtés et peuvent déclencher des alarmes lorsqu'un véhicule roulant à contresens est détecté par exemple.

### 1.7.6 Réseaux de capteurs sans fil

Des réseaux de capteurs sans fil Figure 1.8 sont grandement développés ces dernières années. Constitués de petits capteurs utilisant la technologie sans fil pour communiquer, ces réseaux semblent adaptés au cas de la gestion du trafic routier urbain. Outre leur réactivité et leur logique de conception naturellement distribuée, ces réseaux possèdent l'avantage d'être facilement intégrables à l'infrastructure urbaine et à faible coût, en comparaison aux boucles électromagnétiques dont le prix et l'installation sont moins accessibles.

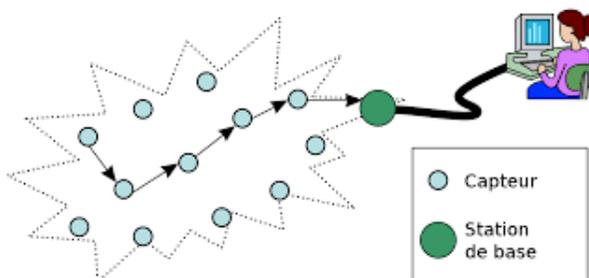


Figure 1.8: Réseaux de capteurs sans fil

### 1.7.7 Autres capteurs

En France, les boucles électromagnétiques sont les capteurs les plus utilisés. D'autres capteurs existent et sont utilisés suivant les besoins comme les capteurs piézo-céramiques,

les tuyaux pneumatiques, les capteurs à hyperfréquence (radar), les fibres optiques, les capteurs à ultrason, à infrarouge, etc.

### 1.8 Conclusion

Comme conclusion de ce chapitre,nous avons étudié le système de transport routier et l'importance des ITS dans la vie quotidienne ensuite nous avons présenté ces différentes technologies pour améliorer la gestion et l'exploitation des réseaux de transport et des services aux utilisateurs associés.

# Chapitre 2

## Internet des Objets

### 2.1 Introduction

Chaque année, nous entendons beaucoup de nouveaux termes, dont la plupart sont liés au monde moderne et à la technologie. De la même manière, le terme " Internet des Objets " (IoT) est apparu récemment, ce qui signifie la nouvelle génération d'Internet ou de réseau. Ce paradigme donne la possibilité de se comprendre entre les appareils interconnectés entre eux via un protocole Internet. Ces dispositifs comprennent des instruments, des capteurs, des actionneurs et divers utiles d'intelligence artificielle.

Dans ce chapitre, nous présentons la définition de l'IDO ou bien IoT (Internet of things ), l'évolution des objets connectés et ses exemples, le domaine d'application, ainsi que les avantages et les menaces relatives à son déploiement, et le principe de l'IoT. Par la suite nous consacrons le reste du chapitre à la définition des composants , et quelques notions utilisées dans le domaine de la sécurité.

### 2.2 L'évolution de l'internet des objets dans le monde

L'Internet des Objets est une évolution majeure dans le domaine de la technologie d'information qui domine et règne de plus en plus sur le marché des systèmes informatiques. D'après les statistiques, la taille du marché mondial de l'Internet des objets en 2017 était

de 1130.3 milliards de dollars, soit une augmentation de 16.12% comparé à l'année 2009. Et que, par rapport à l'année 2017, cette taille augmentera de 66.08%.[13]

En 2019 pour atteindre une valeur égale à 1710.4 milliards de dollars. L'IoT appelé également Web 3.0 représente une extension d'Internet à des choses et à des lieux du monde physique. Chaque objet physique (une personne, un ordinateur, un smart phone, une voiture, un capteur, une maison intelligente, etc.) il est associé à une entité virtuelle qui se comporte comme une entité active dans le système.

### 2.3 Définition

La technologie IoT (Internet of Things en anglais) est considérée comme l'émergence de l'Internet du futur, certains la définissent comme des "L'Internet des Objets (Figure 2.1) est un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données s'y rattachant" [14]. D'autres, raccourcissent cela le sens de l'IoT qu'un objet physique possédant une adresse IP qui se connecte pour pouvoir recevoir et envoyer des données via un réseau de communication [15].

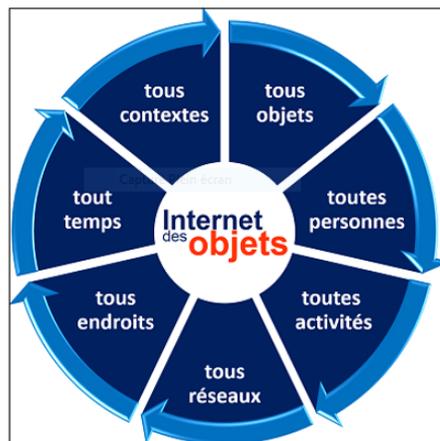


Figure 2.1: Une nouvelle dimension pour l'IoT.

## 2.4 Objet Connecté

### 2.4.1 Définition

Est un dispositif dont la finalité première n'est pas d'être un système informatique ni une interface d'accès au web, un objet tel qu'un réfrigérateur ou une serrure était conçue sans intégration de systèmes informatiques ni connexion à Internet. L'intégration d'une connexion Internet à un objet, permet de l'enrichir en terme de fonctionnalité. Un objet connecté (OC) indiqué dans la Figure 2.2 peut interagir avec le monde physique de manière indépendante sans intervention humaine. Il possède plusieurs contraintes telles que la mémoire, la bande passante ou la consommation d'énergie, etc. Il a une certaine forme d'intelligence, une capacité de recevoir, de transmettre des données avec des logiciels grâce aux capteurs embarqués. Il a trois éléments clés :

- Les données produites ou reçues, stockées ou transmises.
- Les algorithmes pour traiter ces données.
- Utilisabilité, maniabilité.



Figure 2.2: Objets connectés

### 2.4.2 Exemples d'objets connectés

Il existe de nombreuses applications dans le domaine de l'internet des objets. Voici quelques une :

- **Nest Smart Thermos**(voir Figure2.3) : Un thermostat intelligent connecté à Internet. The Nest apprend les routines de votre famille et ajustera automatiquement la température en fonction de votre domicile ou de votre maison, éveillé ou endormi, chaud ou froid, pour rendre votre maison plus efficace et vous aider à économiser sur les factures de chauffage et de refroidissement.[16]



Figure 2.3: Nest Smart Thermostat

- **WeMo Switch Smart** : Une prise intelligente montré dans la Figure 2.4 . Elle se branche dans une prise régulière, accepte le cordon d'alimentation de n'importe quel appareil et peut être utilisé pour l'allumer et l'éteindre sur un calendrier programmé ou lorsque vous appuyez sur un bouton sur votre smart phone. Il Surveille également la quantité d'énergie utilisée par vos appareils, en vous aidant à rendre votre maison plus économe en énergie. Vous pouvez voir quand les fiches sont activées, combien d'énergie elles utilisent.[17]



Figure 2.4: Wemo Switch Smart

- Smart Lock (Figure 2.5) Un clavier optionnel signifie que vous pouvez définir un code pour ouvrir votre porte au cas où vous ne possédez pas de votre téléphone avec vous.[18]



Figure 2.5: Smart lock

- Hydrao First (Figure 2.6) Un pommeau de douche connecté dont la vocation est de vous faire réaliser des économies d'eau. Grâce à un jeu de LED colorées, vous pourrez adapter votre consommation d'eau lors de la douche, l'application connectée vous permettra de savoir combien d'économies ont été effectuées.[19]



Figure 2.6: Hydrao First

- Le t-shirt connecté (Figure 2.7) Le t-shirt de sport connecté, composé de nombreux capteurs, qui permet à son utilisateur de recueillir une multitude d'informations (altimètre, accéléromètre) et qui lui sert également de GPS. Reliées au smart phone, les données sont ensuite sauvegardées à l'aide d'une application qui permet également de suivre ses performances.[20]



Figure 2.7: Le T-shirt connecté

- La lentille de contact intelligente (Figure 2.8) En ce moment, Google et Microsoft travaillent sur des lunettes intelligentes. D'autres ont décidé de créer des lentilles de contact intelligentes. Les chercheurs de l'Université de Gand se sont attelés à la tâche et viennent de sortir un prototype. Cette lentille abrite un écran LCD capable d'afficher des images (principalement du texte) directement sur votre œil.[17]

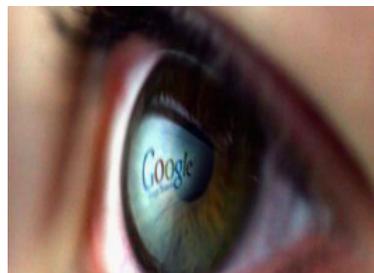


Figure 2.8: La lentille de contact intelligente

- Healthpatch Health Monitor(Figure 2.9) : Il peut être utilisé par les médecins, ce qui leur permet d'obtenir la fréquence cardiaque, le taux respiratoire, la température

de la peau, la posture du corps, la détection des chutes et les lectures d'activité à distance. Cela peut alerter les médecins sur les problèmes de santé potentiels avant qu'ils ne surviennent, même lorsque leurs patients ne sont pas au bureau.[16]



Figure 2.9: Healthpatch Health Monitor

## 2.5 Principe de IoT

L'internet des objets est composé de plusieurs éléments complémentaires ayant chacun ses propres spécificités. Il permet à l'aide des systèmes d'identifications électroniques normalisés et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des objets physiques. L'IoT est une combinaison d'innovations technologiques récentes et de solutions déjà existantes. Chaque objet est muni d'une identification électronique unique capable de lire et transmettre à travers un protocole dans le réseau internet. Il est nécessaire cependant de définir la nature de l'objet, ses fonctionnalités, sa position dans l'espace, l'historique de ses déplacements, etc. Pour effectuer ce lien entre physique et virtuel, le dispositif technique doit donc modéliser des contextes réels et les rendre virtuel.[21]

## 2.6 Les Composants De L'IoT

L'IoT permet la connexion de nos appareils intelligents et des objets au réseau pour fonctionner efficacement et à distance. Il compose de :

1. Objets physiques : Un objet connecté est un objet physique équipé de capteurs

ou d'une puce qui lui permettent de transcender son usage initial pour proposer de nouveaux services. Il s'agit d'un matériel électronique capable de communiquer avec un ordinateur, un smart phone ou une tablette via un réseau sans fil (Wifi, Bluetooth, etc.), qui le relie à Internet ou à un réseau local.[22]

2. Capteurs : Ils sont installés sur les es objets connectés, ils sont plus ou moins intelligents, selon qu'ils intègrent ou non eux-mêmes des algorithmes d'analyse de données, et qu'ils soient pour certains auto-adaptatifs. Les capteurs connus sont : Capteurs de température et thermostats, capteurs de pression, détecteurs d'intensité lumineuse, capteurs d'humidité, détection de proximité.
3. Gens : Les humains peuvent contrôler l'environnement via des applications mobiles.
4. Prestations de service Exemple : Services Cloud - peuvent être utilisés pour:
  - Construire et exécuter des applications innovantes.
  - Optimiser les processus métier en intégrant les données de l'appareil.
5. Plateformes : Elle est considérée comme un type d'intergiciel utilisé pour connecter les composants IoT à l'environnement l'IoT. Elle fournit de nombreuses fonctions :
  - Accès aux appareils.
  - Assurer une installation.
  - Analyse des données.
  - Connexion interopérable.
6. Réseaux : Les composants IoT sont liés entre eux par des réseaux, utilisant diverses technologies, normes et protocoles sans fil et filaire tels que 3G,4G, 5G et même les réseaux LPWAN [12].

## 2.7 La Sécurité et la confidentialité

Les aspects de sécurité et de protection d'Internet tel que la confidentialité des communications, l'intégrité des messages ainsi que l'authenticité et la fiabilité de partenaires de communication doivent être assurés dans un environnement IoT à titre d'exemple dans certain cas il y a un besoin d'accéder à certains services pour accomplir une tâche ou d'empêcher de communiquer avec d'autres objets dans le IoT pour des raisons préventive de sécurité. De plus, d'autres exigences selon la particularité du domaine d'application, doivent être aussi considérées comme par exemple dans les transactions commerciales des objets intelligents doivent être protégés des yeux des concurrents.

## 2.8 Domaines d'application des systèmes d'IoT

Les applications potentielles de l'IoT sont nombreuses et variées, pénétrant dans pratiquement tous les domaines de la vie quotidienne des individus, des entreprises et de la société dans son ensemble. L'application IoT couvre des environnements / espaces «intelligents» dans des domaines tels que :

### 2.8.1 Vie intelligente

1. Appareils à télécommande: les appareils à distance pour éviter les accidents et économiser de l'énergie.
2. Météo: Affiche les conditions météorologiques extérieures (l'humidité, la température, la pression, la vitesse du vent et la pluie) avec possibilité de transmettre des données sur de longues distances.
3. Machines à laver vous permettant de surveiller le linge à distance, Ainsi, des gammes de cuisines menues d'interfaces sur des applications Smartphone permettent le contrôle de la température.
4. La surveillance de la fonction d'auto nettoyage du four à distance, surveillance de la

sécurité: caméras et systèmes d'alarme à domicile pour se sentir en sécurité dans la vie quotidienne à la maison.

5. Ouvertures de portes et infractions pour empêcher les intrus, énergie et utilisation de l'eau.

### 2.8.2 Les Villes Intelligentes

Beaucoup de grandes villes ont été soutenues par des projets intelligents, comme Séoul, New York, Tokyo, Shanghai, Singapour, Amsterdam et Dubaï. Les villes intelligentes peuvent encore être considérées comme des villes de l'avenir et la vie intelligente, et par le taux d'innovation de la création de villes intelligentes d'aujourd'hui, il sera devenu très faisable pour entrer la technologie IoT dans le développement des villes qui peuvent être améliorées à plusieurs niveaux résumé dans la Figure 2.10[23]:

1. Surveillance des vibrations et des conditions matérielles dans les bâtiments, ponts et monuments historiques.
2. Eclairage intelligent et adapté aux conditions météorologiques dans les réverbères,
3. Sécurité: Surveillance vidéo numérique, gestion du feu, systèmes d'annonces publiques.
4. Smart Parking: Suivi en temps réel de la disponibilité des places de stationnement dans la ville permettant aux résidents d'identifier et de réserver les espaces disponibles les plus proches.
5. Niveaux d'ordures dans les conteneurs pour optimiser les voies de collecte des ordures.
6. Les poubelles et les bacs de recyclage avec étiquettes RFID permettent au personnel de l'assainissement de voir quand les ordures ont été jetées.

:



Figure 2.10: Les constituants d'une ville intelligente

### 2.8.3 Le transport et la mobilité intelligente

Le développement du transport est l'un des facteurs qui indiquent le bien-être de pays. Une application de surveillance de l'état des routes et d'alerte est l'un des applications les plus importantes de l'IoT. Le processus a besoin de l'identification de l'utilisateur et son trajectoire souhaité dans son application sur son téléphonique intelligents.

Le transport intelligent est confronté à trois conceptions principales présentés dans la Figure 2.11 ils sont l'analyse des transports, le contrôle et la connexion des véhicules. L'analyse de transport représente l'analyse de la prédiction de la demande et de détection anomalie. Le routage des véhicules et le contrôle de la vitesse en plus de la gestion du trafic sont tous connu comme le contrôle du transport qu'ils ont réellement étroitement lié aux véhicules connecté et globalement régie par **la diffusion multi-technologie**.

### 2.8.4 L'environnement intelligent

Une ville intelligente doit se focaliser sur:

1. La Surveillance de la pollution de l'air.
2. Le Contrôle des émissions de CO2 des usines et des gaz toxiques générés dans les fermes.

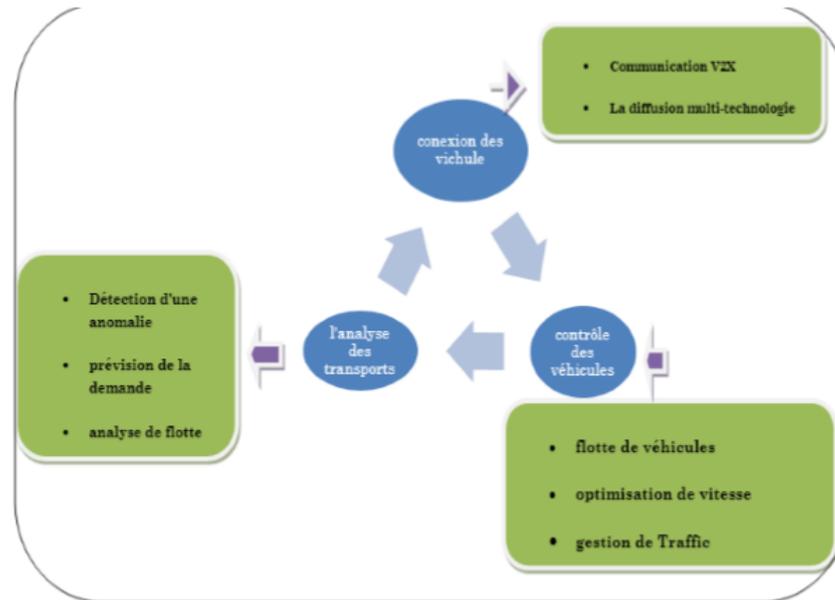


Figure 2.11: Les aspects de transport intelligents

3. La Détection des incendies de forêt.
4. La Surveillance météorologique.
5. La Surveillance de l'humidité, température, pression, vitesse du vent et pluie, séisme.
6. Détection précoce, qualité de l'eau: Étude de la qualité de l'eau dans les rivières et dans la mer pour l'admissibilité à l'usage potable.

### 2.8.5 L'industrie intelligente

L'évolution de l'industrie est classifié en plusieurs versions, la dernière version connue est la version 4.0[24] illustré par la Figure 2.12, cette dernière exige un réseau interconnectant tous les éléments actifs d'une usine ou une chaine industriel afin de garantir plusieurs fonctionnalités tels que[14]:

1. Détection des niveaux de gaz et des fuites dans les environnements industriels, environnants des usines chimiques et des mines.

2. Surveillance des niveaux de gaz toxique et d'oxygène dans les usines chimiques pour assurer la sécurité des travailleurs et des biens.
3. Surveillance des niveaux d'eau, de pétrole et de gaz.
4. Réservoirs et citerne.
5. Entretien et réparation.
6. Les prédictions précoces sur les défaillances d'équipement et la maintenance du service peuvent être automatiquement programmées avant une défaillance réelle de la pièce en installant des capteurs à l'intérieur de l'équipement pour surveiller et envoyer des rapports.

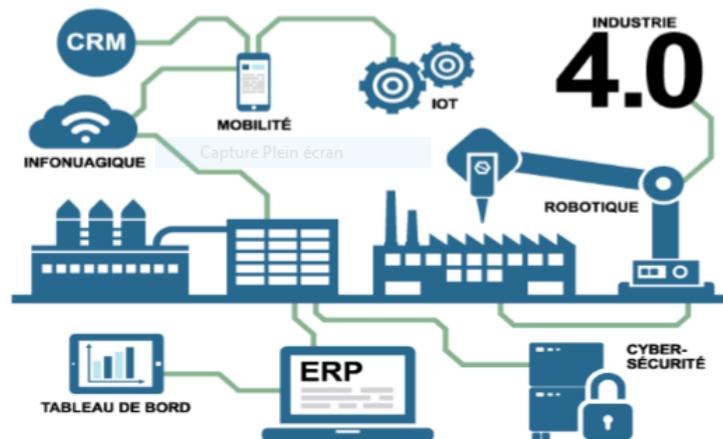


Figure 2.12: Un schéma de l'industrie

### 2.8.6 La santé intelligente

L'IoT s'intègre dans le domaine médical (voir Figure 2.13) pour plusieurs raisons de performance et pour avoir plus d'efficacité des services médicaux tels que [25]:

1. Surveillance des patients.
2. Réfrigérateurs médicaux.
3. Détection Automne.
4. Dentaire: Bluetooth connecté avec une brosse à dents, avec une application Smartphone permettant l'analyse de brossage et donne des informations sur les habitudes de brossage sur le Smartphone. Ces informations sont peuvent être utiles pour les utilisateurs (vie privée) ou pour montrer des statistiques au dentiste.
5. Surveillance de l'activité physique

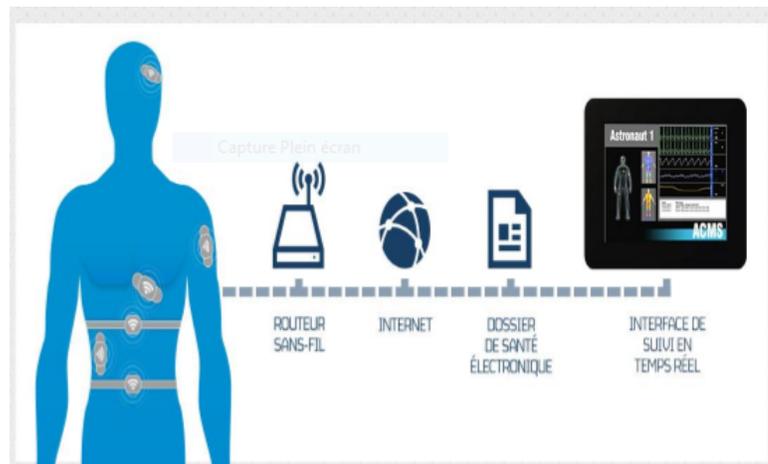


Figure 2.13: Un système de santé électronique

### 2.8.7 L'énergie intelligente

Les systèmes énergétique, devient plus en plus un élément crucial dans notre vie quotidienne, le contrôle et la veille de ce genre de système exigent l'intégration de nouveaux composants intelligents afin d'assurer une communication permanente et un contrôle intelligent de tous les éléments de ce système, en assurant les points suivants:

1. Surveillance et gestion de la consommation d'énergie.
2. Contrôleurs d'alimentation
3. Installations photovoltaïques.

## 2.9 Les avantages et les inconvénients de l'IoT

Les objets connectés offrent de nombreux avantages aux utilisateurs principalement la facilitation de la vie quotidienne. Notamment, dans certains domaines comme la santé, la domotique. Les objets connectés améliorent considérablement la sécurisation et le contrôle des habitats, notamment, en multipliant les détecteurs d'anomalie dans un domaine, et en automatisant l'envoi d'alerte vers les autorités, en cas d'intrusion. Les objets connectés offrent plusieurs avantages tels que[26]:

- Marché en pleine d'expansion.
- Compétitivité qui favorise l'innovation.
- Diminution du coût des technologies.
- Accroissement de la vitesse de connexion.
- Connexion par tout sans contrainte d'espace et de temps.
- Flux de données en permanence.
- Evolution technologique (Ipv6, miniaturisation).

En revanche, il existe clairement des interrogations sur:

- La protection de la vie privée que va engendrer ce type de technologie. En effet, toutes les données récoltées sont propagées à travers centaines serveurs avec des accès qu'en tant que citoyen et utilisateur nous ne maîtrisons pas.
- La sécurité car aucun système n'est à l'abri d'une cyber-attaque. Des pirates pourraient récolter des informations personnelles, et accéder totalement à votre vie (données bancaires, mots de passe, alarme de la maison, messages, etc.) et cela sans envisager les pires situations.
- Un autre inconvénient est l'impact sur nos actions journalières: Nous vivons actuellement dans une société où nos gestes sont de plus en plus liés à notre smart phone, ou tout objet dit connecté et cela implique des formes de dépendance face à cette connectivité. Cela peut faciliter notre mode de vie comme tout en changeant en profondeur certains aspects sociaux.
- Fragilité physique des objets .
- Influencer sur la prise de décision pour orienter l'innovation.
- Manque de standards et des normes.
- Fracture technologique.
- Manipulation politique et Sociale.

### 2.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons conclu que l'IoT sert au développement et de l'innovation dans tous les secteurs qui ont besoin de s'améliorer par l'intermédiaire d'une connexion entre ces différents objets, néanmoins cette technologie offre plusieurs perspectives que nous résumons:

- Plus de connections (divers types des appareils).
- Plus d'interopérabilités entre les protocoles et les applications.
- Plus de sécurité en utilisant les technologies Blockchain.
- Plus de protection des vies privées.
- Plus de protection des technologies de l'IoT.
- Plus d'applications utiles pour la vie quotidienne.
- Plus d'investissement et financement de l'IoT.

# Chapitre 3

## Conception et Réalisation

### 3.1 Introduction

Après l'étude du contexte de notre projet et l'identification ou la détermination des problèmes liés au transport, auxquels nous devons remédier, l'approche de notre étude à aboutie à une conception du système qui est très importante pour fixer les choix techniques et de préparer l'implantation. Cette dernière décrit la solution (comment le problème est résolu) et elle doit servir un support pour l'implantation et la maintenance. la Figure 3.1 illustre le schéma général de la solution proposée.

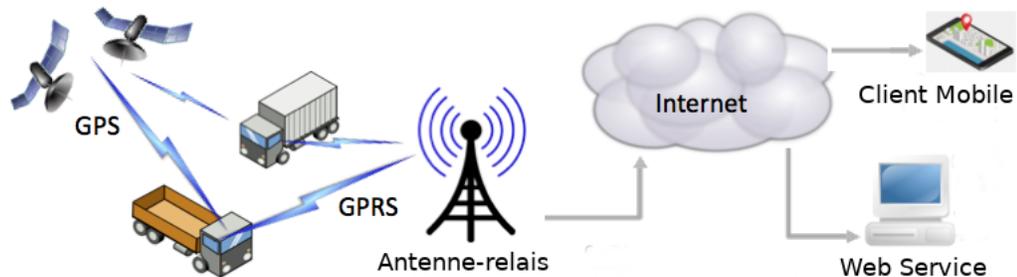


Figure 3.1: Schéma général de la solution

Dans notre approche nous allons divisé la solution générale en trois solutions:

- Un service Web: Qui sert à collecté et représenté à l'aide d'un système d'information géographique tous les informations de localisation provenant des différents véhicules.

- Une Application mobile développée sous Android: Qui sert à offrir au client ordinaire un accès simple et rapide au service web.
- Un Device Hardware à base d'Arduino: Qui sert à acquérir les informations GPS grâce à un compte compteur GPS et les envoyés au service web via une connexion GPRS à l'aide d'un module GSM.

Dans un premier temps, nous identifierons le matériel ensuite la solution proposée et l'architecture global du système.

## 3.2 Présentation Hardware et Software

### 3.2.1 Gboard Gsm

Gboard Gsm (Figure 3.2) est une carte mère Arduino unique avec le module SIM900 GSM, une interface électronique de briques et de puces ATmega2560, qui peut réaliser un contrôle sans fil via XBee, nRF24L01 + ou GSM avec des fonctions couvrantes à la maison intelligente et le contrôle à distance de robots et d'autres fonctionnalités pour répondre aux divers besoins des différents projets.

#### A. Spécification

Taile de PCB	131.0mm X 68.8mm X 1,6 mm
tension d'alimentation	7V – 23V DC
Tension de fonctionnement	3.3V DC
microprocesseur	ATmega328P
indicateurs	PWR, NET, état, Test
Interfaces de communication	XBee, nRF24L01 +, UART, IIC, ITDB02 LCD, micro SD



Figure 3.2: La carte Gboard Gsm pro

### B. Caractéristiques électriques

Paramètre	Min.	Typique	Max.	Unité
Tension d'alimentation	7	-	23	VDC
Tension d'entrée haute VH	3	3.3	3,6 V	
Basse tension	- 0,3	0	0,5 V	
La consommation moyenne actuelle	-	100	500	mA
Consommation de courant de crête	-	-	2	UNE

**C. Utilisation de GBOARD** Gboard peut être utilisé comme un transfert de données GSM / GPRS ou communication sans fil. Plate-forme de développement de projets. Gboard soutenir alimentation à plage étendue et Micro SD pour le stockage de masse. Il y a quelques briques électroniques 3 pin / capteur brique en petits groupes d'interface à bord, il offre un moyen facile pour un prototypage rapide.

Gboard peut être alimenté par un mini USB ou alimentation Jack.

**D. Programmation du firmware** Gboard est conçu compatible pour la bibliothèque SD Arduino avec bootloader intégré, Gboard est facile à utiliser par Arduino IDE à l'aide d'adaptateur Foca série. ISP de Atmega328P est utilisé pour télécharger le firmware facilement.

### 3.2.2 General Packet Radio Service(GPRS)

Le GPRS (General Packet Radio Services) est un service de communication sans fil par paquets pour la téléphonie mobile dérivée du GSM qui propose aux utilisateurs de la téléphone mobile et d'ordinateurs une connexion à des débits de 56 à 114 Kbp/s.[27]

**A. Architecture du réseau GPRS** Les termes SGSN et GGSN identifient des entités

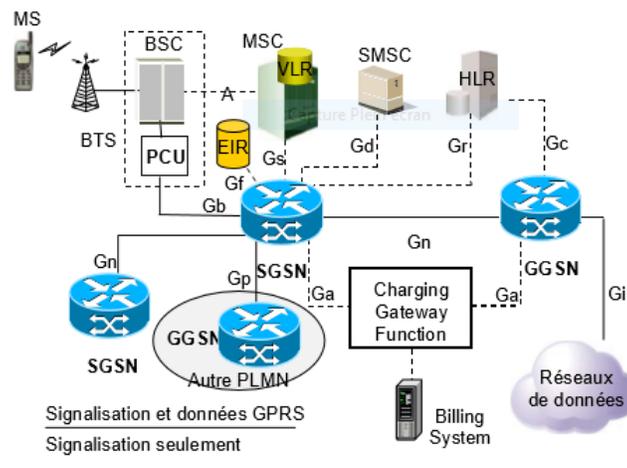


Figure 3.3: Architecture de GPRS

fonctionnelles qui peuvent être implantées dans un même équipement ou dans des équipements distincts (comme pour les entités fonctionnelles MSC et GMSC) comme le montre la Figure3.3 .

- SGSN : L'entité SGSN (Service GPRS Support Node) se charge dans son aire de service des transmissions de données entre les stations mobiles et le réseau

mobile. Le SGSN est relié par des liens Frame Relay au sous-système radio GSM. Le SGSN est connecté à plusieurs BSC et présent dans le site d'un MSC.

- GGSN : L'entité GGSN (Gateway GPRS Support Node) permet d'acheminer les paquets provenant des réseaux de données externes vers le SGSN du mobile destinataire. Le GGSN est généralement présent dans le site d'un MSC. Il existe un GGSN ou un nombre faible de GGSN par opérateur Le GGSN.
- PCU :Pour déployer le GPRS dans les réseaux d'accès, nous réutiliserons les infrastructures et les systèmes existants. Il faut leur rajouter une entité responsable du partage des ressources et de la retransmission des données erronées, l'unité de contrôle de paquets PCU (Packet Control Unit) par une mise à jour matérielle et logicielle dans les BSCs.
- CGF La passerelle de taxation CGF (Charging Gateway Function) permet le transfert des informations de taxation du SGSN et du GGSN au système de facturation (BS, Billing System). L'entité CGF peut être implantée de façon centralisée ou de manière distribuée en étant intégrée aux nœuds SGSN et GGSN. L'interface entre les GSNs et l'entité CGF est supportée par le protocole GTP'.
- MS :Une station mobile GPRS (MS, Mobile Station) peut fonctionner dans l'une des classes suivantes [28] :
  - Classe A : Un mobile GPRS classe A peut se rattacher simultanément aux réseaux GSM (IMSI-Attach) et GPRS (GPRS-Attach). Un mobile classe A GPRS doit disposer au minimum de deux ITs dans le sens montant et de deux ITs dans le sens descendant. Des ITs supplémentaires peuvent lui être alloués pour le trafic GPRS afin d'améliorer la vitesse de transfert.
  - Classe B : Un mobile GPRS classe B peut s'enregistrer auprès d'un MSC/VLR et d'un SGSN simultanément afin de pouvoir disposer des services GSM et

GPRS.

- Classe C : L'utilisateur doit positionner son mobile soit en mode GSM, soit en mode GPRS. En mode GPRS, il peut initier des sessions de données. Un mobile GPRS classe C a deux comportements possibles :
  - Mobile GPRS Classe CC : Il s'enregistre au réseau GSM et se comporte comme un mobile GSM ne pouvant accéder qu'aux services de commutation de circuit.
  - Mobile GPRS Classe CG : Il s'enregistre au réseau GPRS permettant l'accès au service GPRS uniquement.
- Classes multi slot : la classe multislot d'une station mobile GPRS est un des principaux facteurs différenciateur. Elle permet de déterminer le nombre maximum d'ITs que la station mobile peut utiliser dans les sens montant d'une part, et dans le sens descendant d'autre part.

**B. Interfaces GPRS** Pour assurer le fonctionnement entre SGSN et GGSN et l'interfonctionnement avec les entités GSM, GPRS définit un certain nombre d'interfaces:

- Gb : connecte le SGSN et le BSS (Base Station Subsystem). Il s'agit d'un service de transport Frame Relay sur lequel s'appuient les protocoles de signalisation radio GPRS.
- Gr: est une interface MAP / SS7 entre le SGSN et le HLR. Elle est utilisée lorsque le SGSN contacte le HLR afin d'obtenir des données de souscription d'utilisateurs GPRS.
- Gd: est une interface MAP / SS7 entre le SGSN et le SMSC afin d'assurer la livraison de SMS d'un utilisateur GPRS.
- Gs : est une interface BSSAP+ / SS7 entre le SGSN et le MSC/VLR permettant l'attachement ou la mise à jour de localisation combinée GSM et GPRS.
- Gf : existe entre le SGSN et l'EIR. Elle permet de vérifier l'authenticité de l'équipement mobile.

- Gn : est l'interface de base dans le backbone GPRS et est utilisée entre les GSNs. Le protocole utilisé sur cette interface est GTP (GPRS Tunneling Protocol) qui s'appuie sur un transport TCP/IP ou UDP/IP.
- Gc : est une interface MAP / SS7 entre le GGSN et le HLR dans le cas d'une activation d'un contexte PDP initié par le GGSN. Le GGSN utilise cette interface pour interroger le HLR et identifier ainsi l'adresse IP du SGSN auquel est rattachée la station mobile.
- Gp : connecte un GSN à d'autres GSNs de différents PLMNs. Elle sert notamment pour le transfert des données concernant un usager GPRS en roaming international. Le protocole utilisé sur cette interface est le protocole GTP.
- Gi : connecte le PLMN avec des réseaux de données externes, il s'agit principalement d'une interface vers des réseaux externes IP.
- Ga : connecte un SGSN ou un GGSN à une entité CGF. Elle sert pour le transfert de tickets de taxation des nœuds GSN à l'entité CGF. Le protocole utilisé sur cette interface est GTP' en utilisant un transport TCP/IP ou UDP/IP4.

### C. Avantages du réseau GPRS

- Des débits élevés : Les débits sont supérieurs au débit de 9,6 kbit/s. En pratique, un équipement GPRS peut généralement utiliser 4 ITs dans le sens descendant et 2 ITs dans le sens montant. Les débits obtenus sont alors de 50 kbit/s et 20 kbits/s respectivement.
- Une connexion permanente : le GSM actuel fonctionne en mode "connecté", appelé également mode "circuit", le GPRS utilise pour sa part le mode de connexion virtuel. En mode "virtuel", les ressources sont partagées. L'IT n'est jamais affecté à un utilisateur unique, mais partagé entre un certain nombre d'utilisateurs. Chaque utilisateur en dispose lorsqu'il en a besoin et uniquement dans ce cas. Le reste du temps, elles sont disponibles.

- Une facturation au volume ou au contenu : GPRS permet de facturer les services en fonction du volume ou en fonction du contenu.
- Un support pour de nouveaux services : Parmi les applications envisageables grâce au réseau GPRS, figurent :
  - La navigation sur Internet à partir d'un portable ou d'un PDA.
  - L'envoi et la réception de séquences vidéo, de photos ou cartes postales
  - L'usage des groupes de discussions.
  - L'accès au réseau Internet de son entreprise, Le partage des données.

Ces applications n'étant pas exhaustives, de nombreuses nouvelles applications vont apparaître sur le marché au fur et à mesure que le taux de transfert augmentera.

- Une intégrité du transfert des données : GPRS améliore l'intégrité du transfert de données à travers plusieurs mécanismes.
- Des mécanismes de sécurité sophistiqués :GPRS assure par ailleurs le chiffrement des données de l'utilisateur entre la station mobile et le sous-système réseau GPRS alors que dans le réseau GSM, le chiffrement est assuré entre la station mobile et l'entité BTS.
- Un passage obligé pour la migration vers l'UMTS : Les nœuds GPRS seront réutilisés pour la migration vers l'UMTS.

### 3.2.3 Les commandes AT

AT est l'abréviation de ATtention. Ces deux caractères sont toujours présents pour commencer une ligne de commande sous forme de texte (codes ASCII). Les commandes permettent la gestion complète du mobile. TA : Terminal Adaptator (interface entre l'utilisateur et le mobile), elles sont définies dans la norme GSM 07.07. Ces commandes sont utilisées pour :

- Configurer l'adaptateur.
- Elles sont envoyées au modem via son port série en utilisant un logiciel de communication (exemple : Hyperterminal de Windows).

### Schéma de fonctionnement

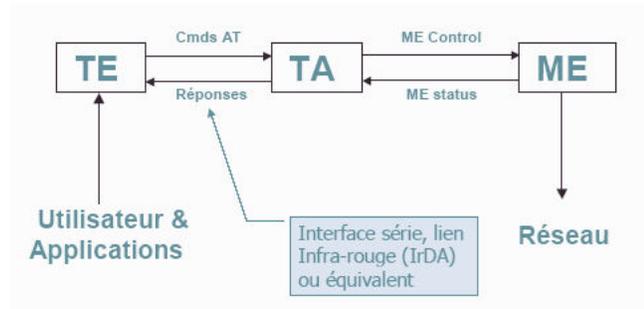


Figure 3.4: Schéma de fonctionnement d'une commande AT

les Figures 3.4 et 3.5 illustre le fonctionnement et la structure d'une commande AT. Trois entités sont définies :

- TE : Terminal Equipment (envoi et affiche les commandes).
- TA : Terminal Adaptator (interface entre l'utilisateur et le mobile).
- ME : Mobile Equipment.[29]

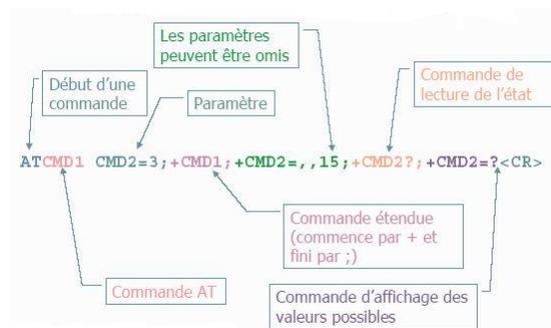


Figure 3.5: Structure d'une commande AT

### Exemple de commande AT

#### Commandes Generals

- AT+CGMI : Nom du constructeur du ME, (SAGEM).
- AT+CGMN : Identification du modèle du ME, (G7XX).
- AT+CGMNR : Version et niveau de modèle ME, (SAGEM0X1.0M).
- AT+CGMSN : Identification IMEI.

#### Fonctions spéciales du réseau

- AT+CNUM : Numéro MSISDN de l'utilisateur.
- AT+CREG: Information d'enregistrement sur le réseau.
- AT+COPN, AT+COPS : liste et sélection de l'operateur.
- AT+CLCK : Blocage ou déblocage de ME.
- AT+CPWD : Définition du mot de passe pour +CLCK.
- AT+CLIP, AT+COLP : Identification de l'appel.
- AT+CLIR : Restriction d'identification de l'appel.
- AT+CCUG : Groupement de l'appel.
- AT+CCFC : Conditions de renvoi d'appels.
- AT+CCWC : Gestion des appels en attente.
- AT+CSSN : Affichage des informations de services supplémentaires.
- AT+CLCC : Liste des appels en cours.[30]

### Règles d'utilisation des commandes AT

- Tapez AT avant chaque commande et appuyez sur Entrée après chaque commande.
- Inutile de mettre un zéro à la fin des commandes AT.
- Un paramètre numérique manquant sera remplacé par un zéro. Par exemple, ATE équivaut à ATE0.
- Utilisez AT (tout en majuscules) ou at. La combinaison d'une majuscule et d'une minuscule, comme dans At, n'est pas acceptée.
- Créez des groupes de commandes de 56 caractères maximum entre AT et Entrée.  
Exemple : AT&K3DT5551234[31].

### 3.2.4 Système de positionnement global américain (GPS)

#### Définition

Le Système de positionnement mondial (GPS, Global Positioning System) est un utilitaire qui appartient aux Etats-Unis et qui assure des services de positionnement, de navigation et de référence temporelle, dits "services PNT" (positioning, navigation, and timing). Il se compose de trois segments : le segment spatial, le segment de contrôle et le segment utilisateur. L'Armée de l'Air des Etats-Unis assure le développement, l'entretien et le fonctionnement du segment spatial et du segment de contrôle [32]. Le système GPS se compose d'une constellation de satellites répartis sur 6 plans orbitaux inclinés de 55 degré par rapport à l'équateur. Les satellites suivent une orbite quasi circulaire d'environ 20200 km qu'ils parcourent en 11h58m02s [33] Initialement constituée de 24 satellites, la constellation est répartie de telle manière que tout utilisateur peut recevoir au minimum 4 signaux exploitables à tout instant. Grâce au renouvellement de la constellation GPS est actuellement constituée de 27 satellites qui ont pour fonction d'émettre de manière continue un message de navigation contenant la position du satellite émetteur, l'heure

exacte d'émission ainsi qu'un almanach contenant la position de tous les autres satellites de la constellation[34].

### **Le principe de positionnement**

Les systèmes de positionnement par satellites se fondent sur le principe de trilatération qui repose sur l'hypothèse de la propagation à une vitesse constante (proche de la vitesse de la lumière) des ondes émises par les satellites dans l'espace. Un récepteur synchronisé peut alors calculer le temps de propagation de ce signal et en déduire la distance associée qui le sépare du satellite, de position connue[35].

### **Le principe de fonctionnement**

L'objectif d'un système global de positionnement par satellite est de fournir à un récepteur sa position, sa vitesse de déplacement, l'heure et pour déterminer la position d'un utilisateur situé dans le voisinage de la Terre. Le GPS utilise ce principe de fonctionnement : chaque satellite émet en permanence un signal transportant une information sur la position du satellite et l'heure précise de l'émission (déterminée par une horloge atomique ultra-précise embarquée dans le satellite), l'utilisateur est équipé d'un récepteur, qui mesure les instants de réception des signaux provenant des satellites dans son champ de visibilité. La détermination de la position du récepteur consiste en la résolution d'une équation à quatre inconnues : la position géographique du récepteur (latitude, longitude), son altitude et le biais de l'horloge de mesure du récepteur. donc pour déterminer une position il faut quatre satellites « visibles » (avec, en prime, un sous-produit disponible : la mesure précise du temps).

### **3.2.5 Les Trames NMEA**

NMEA "National Marine Electronics Association" est une association à but non lucratif, établie en partenariat entre un groupe de professionnels de l'industrie électronique marine avec des fabricants, des distributeurs, des vendeurs et des établissements d'enseignement, dont le but est de coordonner et normaliser les équipements marins.

NMEA est la source de la norme NMEA-0183. dans ce qui suit, la norme NMEA est définie comme le protocole de Transfert de données entre appareils électroniques et équipements associés au système de positionnement global GPS.

### Définition du standard NMEA-0183

La norme NMEA est le protocole de transmission des données GPS. Ces données sont transmises sous la forme de trames. Chaque trame commence par le caractère "\$" et se compose de plusieurs éléments séparés par des virgules (le rôle de la virgule est d'être le séparateur de champs, qui permet la dé-concaténation des données dans le programme de traitement des données, calculateur, navigateur)[36].

Les deux premiers caractères correspondent à l'identifiant du récepteur:

- GP pour Global Positioning System.
- LC Loran-C receiver.
- OM Omega Navigation receiver.
- II Integrated Instrumentation (eg. AutoHelm Seataalk system).

Puis un groupe de 3 lettres pour l'identifiant de la trame:

- GGA : pour GPS Fix et Date.
- GLL : pour Positionnement Géographique Longitude - Latitude.
- GSA : pour DOP et satellites actifs.
- GSV : pour Satellites visibles.
- VTG : pour Direction (cap) et vitesse de déplacement (en noeuds et Km/h).
- RMC: pour données minimales exploitables spécifiques.

Name	Example	Unit	Description
Message ID	\$GPRMC		RMC protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Status <sup>1</sup>	A		A=data valid or V=data not valid
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Speed Over Ground	0.13	knots	
Course Over Ground	309.62	degrees	True
Date	120598		ddmmyy
Magnetic Variation <sup>2</sup>		degrees	E=east or W=west
East/West Indicator <sup>2</sup>	E		E=east
<i>Mode</i>	<i>A</i>		<i>A=Autonomous, D=DGPS, E=DR</i>
Checksum	*10		
<CR> <LF>			End of message termination

Figure 3.6: Décodage d'une trame RMC

**Trame RMC** : Une trame RMC donne l'heure, la latitude, la longitude, la date, ainsi que la vitesse et la route sur le fond mais pas l'altitude (voir Figure 3.6) par exemple:

\$GPRMC,225446,A,4916.45,N,12311.12,W,000.5,054.7,191194,020.3,E\*68

- **225446** = Heure du Fix 22:54:46 UTC
- **A** = Alerte du logiciel de navigation ( A = OK, V = warning (alerte)
- **4916.45,N** = Latitude 49 deg. 16.45 min North
- **12311.12,W** = Longitude 123 deg. 11.12 min West
- **000.5** = vitesse sol, Noeuds
- **054.7** = cap (vrai)
- **191194** = Date du fix 19 Novembre 1994
- **020.3,E** = Déclinaison Magnétique 20.3 deg Est
- **\*68** = checksum obligatoire

Non représentés **CR** et **LF** Ces données "minimales", sont le plus souvent utilisées dans les programmes de navigation GPS simple [37].

### 3.3 Compilation et déploiement du service web

Dans cette partie nous allons installer un service web qui nous permet de suivre en temps réel tous les véhicules connectés à notre service, Pour cela nous allons utiliser la plate-forme open source "OpenGTS" comme une plate-forme de base pour réaliser notre service.

Afin de compiler cette plate-forme, nous avons besoin d'installer certain logiciels et outils, pour pouvoir la compiler correctement.

#### 3.3.1 Définitions des logiciels et outils utilisés

Les outils informatiques sont très utilisables dans tous les domaines afin de faciliter et simplifier les différentes tâches de conception, de gestion, etc. il existe plusieurs langages de programmation et de conception pour créer et gérer ces outils. Parmi ces langages on trouve : Java : est un langage de programmation et une plate-forme informatique qui ont été créés par Sun Microsystems en 1995. Beaucoup d'applications et de sites Web ne fonctionnent pas si Java n'est pas installé. Java est rapide, sécurisé et fiable.

- OpenGTS : est un système logiciel open-source qui effectue la collecte de données et l'analyse de la localisation GPS et des informations télématiques à partir de dispositifs de suivi à distance et présente ces informations à l'utilisateur sous forme de cartes et de rapports via une interface Web.
- XAMPP : est un ensemble de logiciels permettant de mettre en place un serveur Web local, un serveur FTP et un serveur de messagerie électronique. Il s'agit d'une distribution de logiciels libres offrant une bonne souplesse d'utilisation, réputée pour son installation simple et rapide.
- Tomcat : est une application écrite en Java, il est possible de l'installer et de l'exécuter sous tous les environnements disposant d'une machine virtuelle Java : un JRE, ou même un JDK pour certaines anciennes versions, pour permettre son

exécution. pour gérer les applications web tel que openGTS. La forme du fichier application sera comme suite ("nom\_de\_fichier.war").

- Apache : Apache est l'application de serveur Web qui traite et livre le contenu Web à un ordinateur.
- MySQL: C'est un serveur qui nous permet de gérer des bases de données.

### 3.3.2 Préparation et installation des outils

L'installation est réalisée sur le système d'exploitation Windows 7 comme elle peut être implémentée sous d'autres systèmes d'exploitation (variantes de Windows ,d'UNIX, et d'autres), Nous avons suivi ces étapes :

1. Installation du java 8 la version la plus compatible avec OpenGts\_2.6.7, nous allons installer le JDK et le JRE à partir du site suivant: <https://www.clubic.com/telecharger-fiche201082-java-se-development-kit.html>
2. Nous allons télécharger et installer le serveur xampp.
3. Nous allons télécharger le MySQL JDBC driver du site suivant: <https://dev.mysql.com/download>
4. Nous allons Copier le fichier du mysql driver"mysql-connector-java-5.1.49-bin.jar" dans les répertoires:

C:\Program Files\Java\jdk1.8.0\_66\jre\lib\ext

C:\Program Files\Java\jre1.8.0\_66\lib\ext

5. Nous allons télécharger le dossier compressé apache ant du site :  
<https://ant.apache.org/bindownload.cgi>
6. Nous allons décompresser le dans le dossier c:\ant
7. Nous allons modifier les variables d'environnement path, et ajouter le chemin C:\ant\bin.

8. Nous allons ajouter de nouvelles variables d'environnement:

- ANT\_HOME c:\ant\bin
- CATALINA\_HOME C:\xampp\tomcat
- GTS\_HOME C:\OpenGTS\_2.6.7
- JAVA\_HOME C:\Program Files\Java\jdk1.8.0\_66

Les variables d'environnement tel que (ANT\_HOME, CATALINA\_HOME, GTS\_HOME, JAVA\_HOME) définits le chemin d'installation de chaque outils pour qu'il soit accessible par le système de commande (cmd) :

- ANT\_HOME définit le chemin du 'apache-ant' qui sert à compiler les sources du OpenGTS "c:\ant\bin
- CATALINA\_HOME définit le chemin d'installation du tomcat qui est déjà intégrer dans le xampp et qui sert à déployer et exécuter les services du OpenGTS après la compilation.
- GTS\_HOME définit le chemin pour les fichiers source du opengts. "c:\OpengGts\_2.6.7".

Ces variables d'enivrements dépends des répertoires d'installation de chaque outils.

### 3.3.3 Lancement du serveur web

Pour rendre un ordinateur normal, un serveur web il faut installer au minimum trois applications: apache, MySQL et tomcat. Dans notre cas nous avons utilisé le software xampp , pour démarrer le serveur nous devons suivre les étapes suivantes:

- Démarrer les servers du xampp (mysql, apache et tomcat)comme le montre la Figure 3.7.
- Démarrer le navigateur web tel que chrome sur l'url suivante <http://127.0.0.1:8080/manager> (voir Figure 3.8).

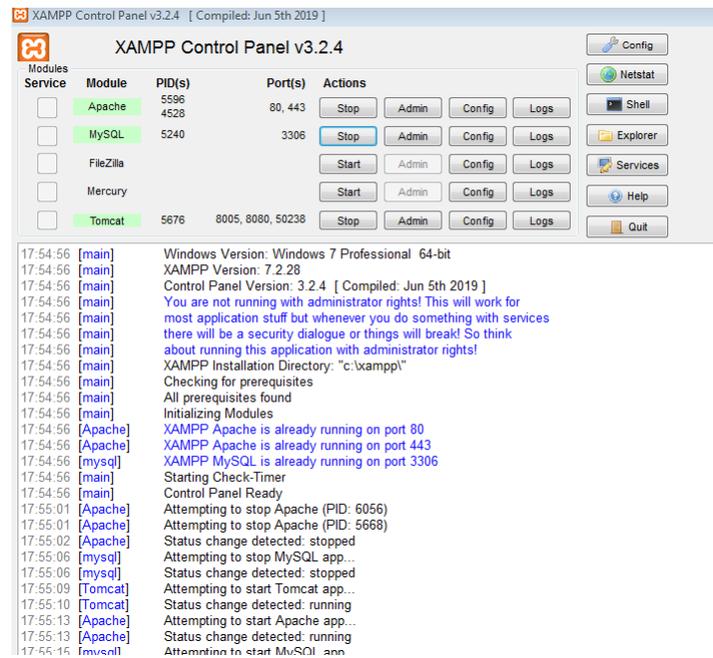


Figure 3.7: Présentation du xampp

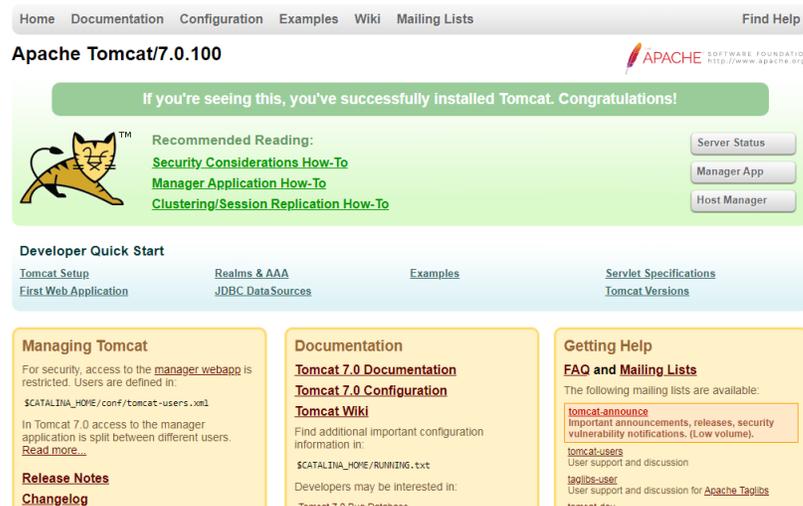


Figure 3.8: Page d'accueil de Tomcat

- Entrer le nom d'utilisateur "admin" et le mot de passe "admin" ( voir les Figures 3.9 et 3.10)

Ouvrir une session

http://127.0.0.1:8080

Nom d'utilisateur

Mot de passe

Figure 3.9: Création d'un compte



**Gestionnaire d'applications WEB Tomcat**

Message:		OK			
<b>Gestionnaire</b>					
<a href="#">Lister les applications</a>	<a href="#">Aide HTML Gestionnaire</a>	<a href="#">Aide Gestionnaire</a>	<a href="#">Etat du serveur</a>		
<b>Applications</b>					
Chemin	Version	Nom d'affichage	Fonctionnelle	Sessions	Commandes
/	Aucun spécifié	Welcome to Tomcat	true	0	<input type="button" value="Démarrer"/> <input type="button" value="Arrêter"/> <input type="button" value="Recharger"/> <input type="button" value="Retirer"/>
/docs	Aucun spécifié	Tomcat Documentation	true	0	<input type="button" value="Expire les sessions"/> inactives depuis ≥ <input type="text" value="30"/> minutes
/examples	Aucun spécifié	Servlet and JSP Examples	true	0	<input type="button" value="Démarrer"/> <input type="button" value="Arrêter"/> <input type="button" value="Recharger"/> <input type="button" value="Retirer"/>
/host-manager	Aucun spécifié	Tomcat Host Manager Application	true	0	<input type="button" value="Expire les sessions"/> inactives depuis ≥ <input type="text" value="30"/> minutes
/manager	Aucun spécifié	Tomcat Manager Application	true	2	<input type="button" value="Démarrer"/> <input type="button" value="Arrêter"/> <input type="button" value="Recharger"/> <input type="button" value="Retirer"/>
					<input type="button" value="Expire les sessions"/> inactives depuis ≥ <input type="text" value="30"/> minutes

Figure 3.10: Liste des applications web chargées

### 3.3.4 Compilication de l'application OpenGTS

OpenGTS est une plateforme SIG (Système d'information géographique) dédiée à la gestion des systèmes de transport. Cette plate-forme est open source, pour la utilisé nous devons télécharger le code source du site: <http://www.opengts.org/> Puis compiler le code afin d'obtenir les services web sous de fichier avec l'extension ".war", que nous devons les déployés avec tomcat.

#### Les étapes de la compilation

1. c:\opengts\_2.6.7\ant all (Figure 3.11)
2. c:\opengts\_2.6.7\ant track (Figure 3.12)

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
[copy] Copying 1 file to c:\OpenGTS_2.6.7\build\gprmc
[copy] Copying 2 files to c:\OpenGTS_2.6.7\build\gprmc\WEB-INF
[echo] <Ignore '.../clients/gts/private not found' warnings>
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\clients\gts\private does not exist.

gprmc.war:
[echo] Creating 'gprmc.war' archive ...
[war] Building war: c:\OpenGTS_2.6.7\build\gprmc.war

gprmc:
[echo] 'gprmc.war' created.

compile.servlets:
[echo] Servlet/War file compiled ...

compile:
[echo] Libraries compiled ...

all:
[echo] Build 'all' complete.

BUILD SUCCESSFUL
Total time: 1 minute 22 seconds
c:\OpenGTS_2.6.7>

```

Figure 3.11: Installation du compilateur Ant

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\dcservers does not exist.
[echo] <Ignore '.../clients/gts/private not found' warnings>
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\clients\gts\private does not exist.
[echo] <Ignore '.../clients/gts/war/track/custom not found' warnings>
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\clients\gts\war\track\custom does not exist.

t.
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\imagePack does not exist.

track.compile:
[echo] Compiling 'track.war' servlet ...
[delete] Deleting: c:\OpenGTS_2.6.7\build\track.war

track.angular.copy:

track.war:
[echo] Creating 'track.war' archive ...
[war] Building war: c:\OpenGTS_2.6.7\build\track.war

track:
[echo] 'track.war' created.

BUILD SUCCESSFUL
Total time: 4 seconds
c:\OpenGTS_2.6.7>

```

Figure 3.12: Création d'un fichier avec l'extention .war

### 3. c:\opengts\_2.6.7\ant track.deploy (Figure 3.13)

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
[echo] <Ignore '.../clients/gts/private not found' warnings>
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\clients\gts\private does not exist.
[echo] <Ignore '.../clients/gts/war/track/custom not found' warnings>
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\clients\gts\war\track\custom does not exist.

t.
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\imagePack does not exist.

track.angular.copy:

track.war:
[echo] Creating 'track.war' archive ...
[delete] Deleting: c:\OpenGTS_2.6.7\build\track.war
[war] Building war: c:\OpenGTS_2.6.7\build\track.war

track.deploy:
[echo] Deploying 'track.war' to C:\xampp\tomcat\webapps\track.war
[copy] Copying 1 file to C:\xampp\tomcat\webapps
[copy] Copying c:\OpenGTS_2.6.7\build\track.war to C:\xampp\tomcat\webapps\
track.war
[echo] Deployed C:\xampp\tomcat\webapps\track.war

BUILD SUCCESSFUL
Total time: 1 second
c:\OpenGTS_2.6.7>

```

Figure 3.13: Compilation du module track

4. `c:\openGTS_2.6.7\cd bin & initdb.bat -rootUser=root` (voir les Figures 3.14 et 3.15)

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
[echo] (Ignore '.../clients/gts/war/track/custom not found' warnings)
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\clients\gts\war\track\custom does not exist.
[copy] Warning: c:\OpenGTS_2.6.7\imagePack does not exist.
track.angular.copy:
track.war:
[echo] Creating 'track.war' archive ...
[delete] Deleting: c:\OpenGTS_2.6.7\build\track.war
[war] Building war: c:\OpenGTS_2.6.7\build\track.war
track.deploy:
[echo] Deploying 'track.war' to C:\xampp\tomcat\webapps\track.war
[copy] Copying 1 file to C:\xampp\tomcat\webapps
[copy] Copying c:\OpenGTS_2.6.7\build\track.war to C:\xampp\tomcat\webapps\
track.war
[echo] Deployed C:\xampp\tomcat\webapps\track.war
BUILD SUCCESSFUL
Total time: 1 second
c:\OpenGTS_2.6.7>cd bin
c:\OpenGTS_2.6.7\bin>
    
```

Figure 3.14: Accès au répertoire bin

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Table 'GroupList'          0 Validating columns ...
Table 'Device'            1 Validating columns ...
Table 'Transport'         0 Validating columns ...
Table 'UniqueXID'         0 Validating columns ...
Table 'DeviceGroup'       0 Validating columns ...
Table 'DeviceList'        0 Validating columns ...
Table 'Driver'            0 Validating columns ...
Table 'EventData'         0 Validating columns ...
Table 'EventDataExtra'    0 Validating columns ...
Table 'Geozone'           0 Validating columns ...
Table 'Resource'          0 Validating columns ...
Table 'Role'              0 Validating columns ...
Table 'RoleAcl'           0 Validating columns ...
Table 'StatusCode'        0 Validating columns ...
Table 'SystemProps'       2 Validating columns ...
Table 'EventTemplate'     0 Validating columns ...
Table 'PendingPacket'     0 Validating columns ...
Table 'Property'          0 Validating columns ...
Table 'Diagnostic'        0 Validating columns ...
-----
Column validation completed successfully.
-----
c:\OpenGTS_2.6.7\bin>
    
```

Figure 3.15: Connexion à la base de donnée mysql

5. `c:\openGTS_2.6.7\bin\admin.bat Account -account:admin -pass:123456`(Figure 3.16)

```

-pl=<PrivateLabelName>      PrivateLabel name
-forMonth=<MonthNumber>    Month number (1..12)
-showHasEvents={true|false} Show has events
-showLastEvent={true|false} Show last event time
-showActive={true|false}   Show active only

-findEMail=<EmailAddr>     Find all references to specified email address

-listOrphans[=TABLE]      List Account orphans [in specified table]
  -inclDevOrphans         Include device orphans

-deleteOrphans=TABLE       Delete orphans
  -inclDevOrphans         Include device orphans
  -confirmDelete          Confirms deleteOrphans

-countOldEvents=<EpochTime> Count events (for all Devices) before specified
Epoch time
-deleteOldEvents=<EpochTime> Delete events (for all Devices) before specified
Epoch time (requires '-confirm')
  -confirmDelete          Confirms deleteOldEvents

-prune                     Deactivate/Delete expired accounts

c:\OpenGTS_2.6.7\bin>

```

Figure 3.16: Création d'un utilisateur

### 3.3.5 Démarrer le service web Track sur un navigateur web (chrome)

Lancer l'application en tapant l'adresse suivante <http://localhost:8080/track/Track> sur le navigateur web (Figure 3.17).



Figure 3.17: Interface d'authentification OpenGTS

Nous avons utiliser les informations de l'étape 5 pour se connecter au service web:

- Account : admin

- User: admin
- Password: 123456

### 3.3.6 Ajouter un compte voiture dans le service opengts

Dans le menu **Administration** choisissez-le sous menu **véhicule admin**

Après dans le masque de saisie "*véhicule ID*" entrer l'identificateur du véhicule (un nom spécifique au véhicule), puis cliquer sur "*New* " Nous pouvons remarquer qu'un nouveau véhicule est ajouté dans la liste des véhicules est montré dans la Figure 3.18.

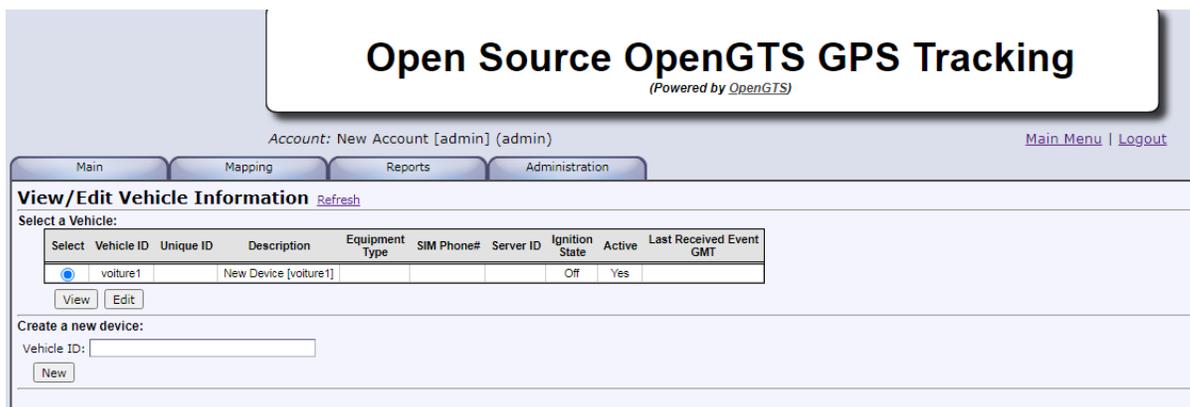


Figure 3.18: Ajout d'un vehicule

## 3.4 Programmation d'application mobile avec AppIn-ventor

Dans cette partie nous allons expliquer l'application mobile qui va aider l'utilisateur à localiser le véhicule désiré ou son moyen de transport voulu (bus), à l'aide de son mobile Android. Pour cette raison nous allons utiliser un outil qui va nous permettre de réaliser une application mobile sur un système d'exploitation Android, pour effectuer cette tâche, nous avons choisi AppInventor comme outils de développement vu ça simplicité et ça rapidité de conception et mise en œuvre d'une application mobile Android.

### 3.4.1 Définition d'AppInventor

AppInventor pour Android est une application développée par Google. Elle est actuellement entretenue par le Massachusetts Institute of Technology (MIT)[1]. Elle simplifie le développement des applications sous Android et le rend accessible même pour les novices et ceux qui ne sont pas familiers avec les langages de programmation. Elle est basée sur une interface graphique similaire à Scratch et à celle de StarLogo TNG(en). Grâce à son interface entièrement graphique et à l'absence totale de ligne de code comme le montre la Figure 3.19. Il est nécessaire de posséder un compte Google pour utiliser AppInventor.



Figure 3.19: AppInventor

### 3.4.2 Accès à AppInventor

Après le démarrage de tous les serveurs inclus par AppInventor, nous allons lancer la page web `localhost:8888/login/` (voir Figure 3.20) afin de se connecter au service du AppInventor et développer notre application via une interface web. Sur la version offline nous allons choisir de se connecter à l'aide d'un compte Google "Click Hère to use your Google Account to log in" comme le montre la Figure 3.21 . Puis nous allons cocher la case "Sign in as Administrator" et laissé l'email par défaut `test@example.com` Nous obtenant l'écran suivant(voir Figure 3.22) :

## Welcome to App Inventor!

Email

Password

**Login**

[Set or Recover Password](#)

[Click Here to use your Google Account to login](#)

[中文](#) [Português](#) [English](#)



Figure 3.20: Accès à AppInventor

**Not logged in**

Email:

Sign in as Administrator

Figure 3.21: Connexion à AppInventor



Figure 3.22: L'interface de AppInventor

### 3.4.3 Présentation de l'interface

AppInventor est un service web qui nous permet de développer des applications android à la base du langage "scratch", qui n'exige pas une grande connaissance sur la syntaxe mais beaucoup plus sur l'organisation et et la structuration en blocks d'un programme informatique, de plus il propose une technique très simple pour le design d'une interface graphique de l'application mobile. Pour cela nous pouvons distinguer deux grandes parties dans AppInventor:

**Designer** Le designer permet de placer les objets graphiques sur l'écran comme le montre la Figure 3.23, Elle est découpée en 4 parties:

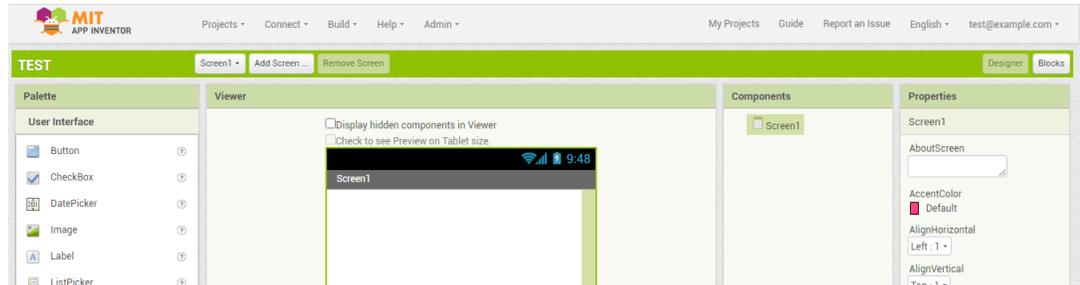


Figure 3.23: Description de la partie « Designer »

- Palette: là où il y a la majorité des objets graphiques utilisés dans l'IHM (interface homme machine) de l'application.
- Viewer: Donne un aperçu graphique sur l'interface de l'application.
- Components: Regroupe tous les objets graphiques utilisés dans l'application sous forme d'une arborescence.
- Properties: est un champ qui regroupe les propriétés d'un objet, elle permet aussi de les personnaliser selon le choix du développeur.

**blocks** Une fois les objets graphiques placés sur l'écran et correctement paramétrés, il faut réaliser le programme par blocs, L'assemblage de blocs permet d'élaborer l'algorithme de l'application : Ils sont classés par familles, et on les met en place dans la zone de travail par un simple glissé-déposé, la Figure 3.24 représente la partie blocks de notre application.

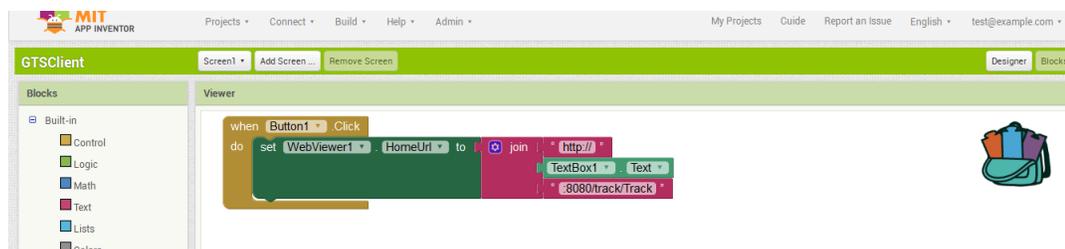


Figure 3.24: La partie blocks

### 3.4.4 Création d'un nouveau projet sous AppInvetor

Pour créer un nouveau projet nous allons choisir le menu Projects puis Start new Project ceci vas nous demander de saisir le nom du projet par exemple « GTSClient» la Figure 3.25 représente les étapes de la création. Dans le cas de notre projet nous avons

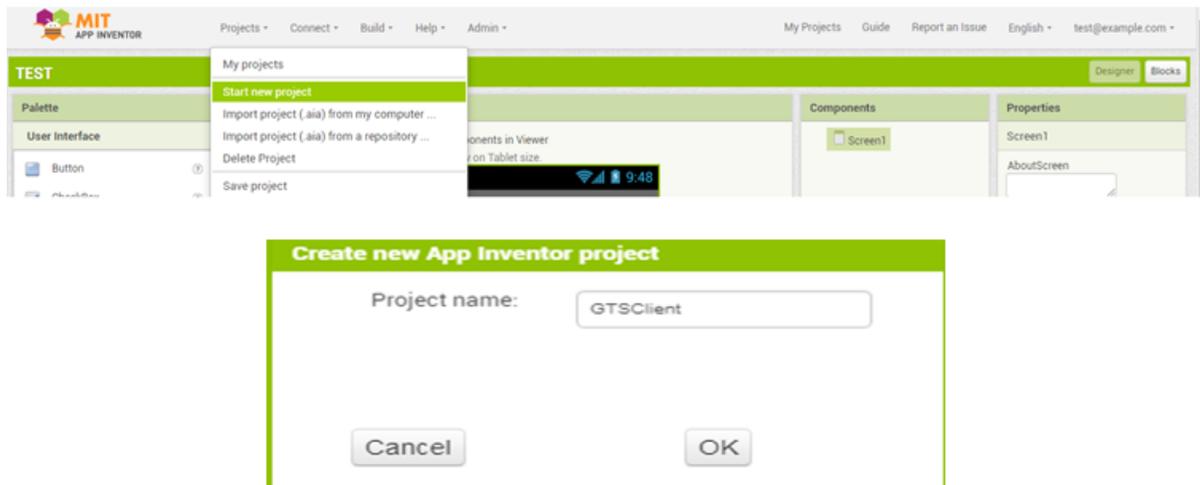


Figure 3.25: Création d'un nouveau projet

besoin d'une application mobile qui répond au cahier de charge suivant:

- Se connecter à notre service web "OpenGTS".
- Permettre aux utilisateurs de se connecter à leur compte.
- Sélectionner un véhicule.
- Afficher sa position.

### 3.4.5 Configuration de l'Application

Pour créer le design de notre application, nous allons utiliser les objets disponibles sous les onglets dans le menu déroulant à gauche de l'écran et modifier leurs paramètres qui apparaissent à droite de l'écran (voir Figure 3.26). Dans notre travail nous allons utiliser le composant webViewer qui va nous permettre de se connecter à l'url de notre service

web développé dans la partie précédente à travers l'url " 127.0.0.1:8080/track/Track" ou bien en réseau locale en utilisant l'adresse de l'ordinateur "192.168.1.4:8080/track/Track" Nous allons utiliser le champ propriétés pour modifier l'url de l'objet WebViewer et mettre le bon chemin pour notre service web (OpenGTS).

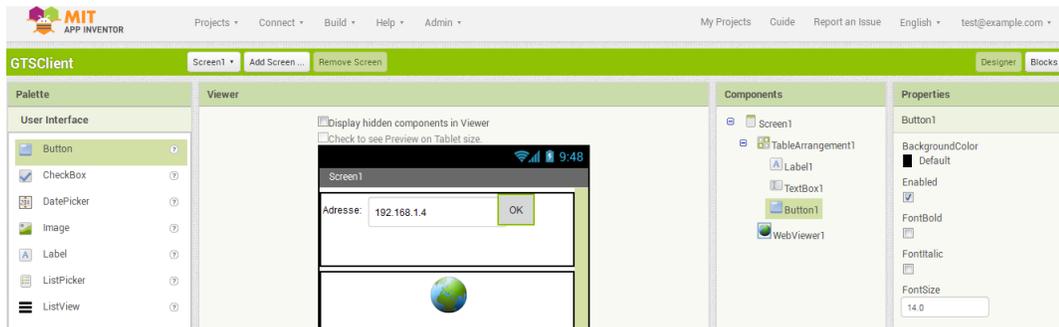


Figure 3.26: Configuration de l'application

### 3.4.6 Teste de l'application sur le Smartphone

Pendant la phase de développement de l'application, avant de la compiler et de la partager, il est possible de la tester. Cela nous permet de vérifier son comportement en temps réel. Pour tester notre application, nous avons installé « MIT AI2 Companion ».

- MIT AI2 Companion

Est une application à installer sur l'appareil Android qui nous permet d'effectuer les tests de l'application en cours de développement. Cette application permet une connexion directe entre App Inventor (ordinateur) et l'appareil Android. Depuis l'application AppInventor, nous avons cliqué sur « build » puis « App (provide QR code for .apk) » un Code de 6 caractères est généré ainsi qu'un QR Code comme il est présenté dans la Figure 3.27. Il suffit de saisir le code ou de scanner le QR Code pour que l'application soit visible sur le Smartphone et on peut la tester.

### 3.4.7 Affichage des résultats

Les Figures 3.28 et 3.29 représente quelques captures d'écran tirés de notre application Smartphone.

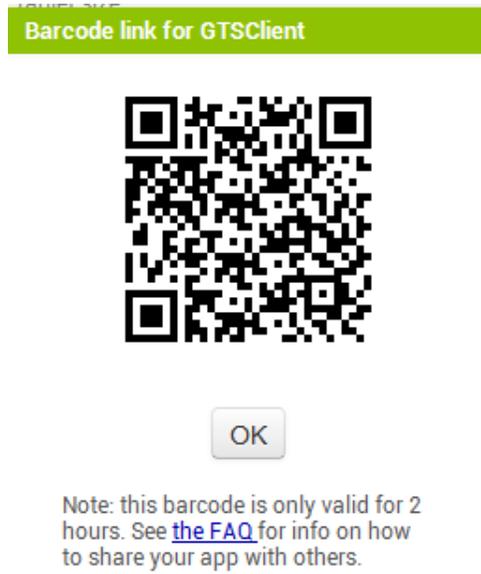


Figure 3.27: QR code

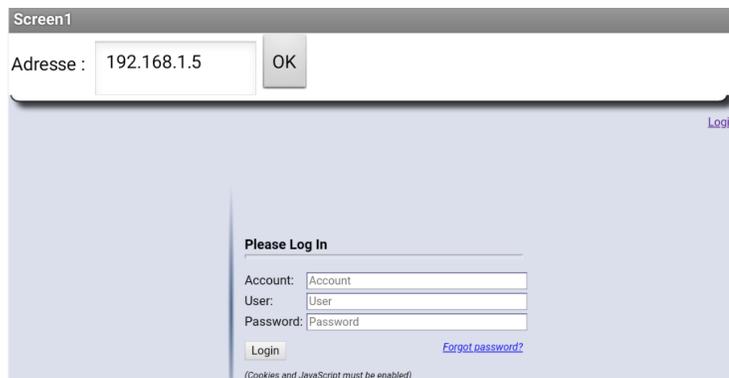


Figure 3.28: Interface d'authentification OpenGTS via l'application mobile



Figure 3.29: Menu principale via l'application mobile

### 3.5 Mise en œuvre de la plate-forme embarquée (Gboard, GSM, GPS)

Le but de cette partie est de récupérer des données GPS: notamment longitude, latitude, altitude, vitesse de déplacement, date et heure.

#### Matériel utilisé

1. Une carte Arduino GBOARD Sim 900
2. Un module GPS Ublox M8N (Figure 3.30 )
3. Des fils de liaison



Figure 3.30: Module GPS

Nous allons utiliser le module GPS avec la carte Arduino GBOARD, Le fonctionnement est très simple, le câblage se fait par des fils de liaison entre le module GPS et la carte GBOARD. Le module GPS fournit les données sur un port série (vitesse 9600 bauds). Nous le relierons au port SERIAL (TX et RX du module GPS à relier à TX et RX de notre carte Arduino) comme le montre la Figure 3.31.

Pour visualiser les données GPS, nous utilisons le Moniteur série du logiciel Arduino (menu Outils).

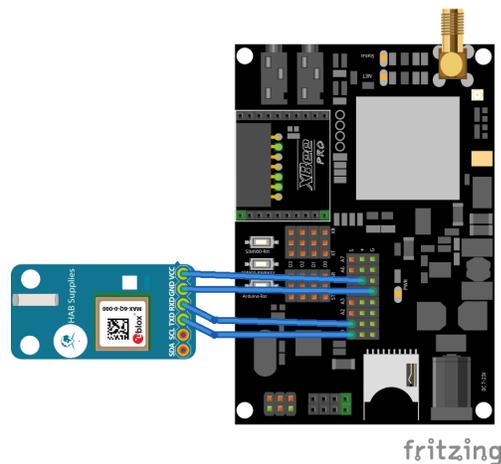


Figure 3.31: Schéma de câblage

Voici notre programme:

- Dans la première partie nous avons lancé la communication série entre le PC et la carte Arduino Gboard à 9600 bauds et réserve 200 octets pour la chaîne de caractère `inputString`(Figure 3.32).

```
void setup() {  
  // initialize serial:  
  Serial.begin(9600);  
  // reserve 200 bytes for the inputString:  
  inputString.reserve(200);  
}
```

Figure 3.32: Communication série entre le PC et la carte Arduino

- En suite nous avons initialiser la communication série entre le GPS et l'Arduino à 9600 bauds. (Figure 3.33)

```
//Ouvrir la connexion série GPS  
gps.begin(9600);  
Serial.println("GPS Start");
```

Figure 3.33: Connexion série GPS

- Nous avons initialisé la communication série a 2400 bauds entre GSM et l'Arduino en utilisant une boucle, si le Gsm est connecté à 2400 bauds le moniteur série affiche «

status=READY » si non il affiche « status =IDLE ».lorsque le GPS est connecté on ajoute la fonction « inet.AttachGPRS » qui permet de se connecter aux données GPRS au GSM,nous avons entré l'APN ,le nom d'utilisateur et le mot de passe de l'opérateur « Ooredoo ».

- Nous avons testé d'autres opérateurs mais cela ne fonctionne pas car il ne fournit pas de fonction "machine à machine" (Figure 3.34).

```
// Ouvrir la connexion série GSM
if (gsm.begin(2400)){
  Serial.println("\nstatus=READY");
  started=true;
}
else Serial.println("\nstatus=IDLE");
if(started){
  //GPRS attach, put in order APN, username and password.
  //If no needed auth let them blank.
  if (inet.attachGPRS("internet", "ooredoo", "ooredoo"))
  {
    Serial.println("status=ATTACHED");
    connecte=true;
  }
  else Serial.println("status=ERROR");
  delay(1000);
}
```

Figure 3.34: Connexion série Gsm

L'objectif de Notre travail est de recevoir les trames GPS sous forme NMEA à travers une communications série RX, TX(A0 ,A1) puis former une URL afin de la communiqué à notre application WEB via une connexion GPRS et en utilisant le module SIM900 intégré dans notre carte Arduino (Gboard),ceci est possible grâce aux deux fonction(Figure3.35):

- GETURL :fonction permet de transformé une trame GPS de type GNRMC en trame GPRMC puis la concaténée avec le chemin exact du service GPRMC de notre appli- cation WEB,tout en mentionnant le compte(Admin) et le ID de vehicule(123)( voir Figure 3.36).

```
if (stringComplete) {
    //Test si la commande est de type GNRMC
    Serial.println(getUrl(inputString));
    if(inputString.indexOf("GNRMC")==1) {
        SendHttp(getUrl(inputString));
    }
}
```

Figure 3.35: La partie"Loop"de notre programme

```
String getUrl(String NMEA) {
    NMEA.replace("GNRMC", "GPRMC");
    return url+NMEA;
}
```

Figure 3.36: Fonction getUrl

- SendHTTP :cette fonction permet de vérifier la connexion GPRS et envoyé l'url en question vers notre serveur,ceci est possible grace à la fonction HTTP GET la variable INET qui est à l'origine de type InetGSM( voir Figure 3.37).

```
void SendHttp(String request){
    char charBuf[132];
    request.toCharArray(charBuf, 132);
    if(connecte){

        //TCP Client GET, send a GET request to the server and
        //save the reply.
        numdata=inet.httpGET("www.monserveur.com", 8080, charBuf, msg, 200);
        //Print the results.
        Serial.println("\nNumber of data received:");
        Serial.println(numdata);
        Serial.println("\nData received:");
        Serial.println(msg);
    }
}
```

Figure 3.37: La fonction SendHTTP

### Résultats et discussions

Après la réalisation de notre dispositif de tracking, nous allons dans cette sous-section tester le bon fonctionnement de ce hardware (Figure 3.38), pour cela nous avons installer ce dispositif dans un véhicule et nous avons réaliser un drive test pour recevoir les

information GPS et les transmettre à notre Service Web réaliser à l'aide de la plate-forme OpenGTS.



Figure 3.38: Présentation de notre réalisation

Cette étape nous oblige à avoir une adresse IP publique fixe pour notre service web ou bien obtenir un nom de domaine afin de publier notre service web au publique, pour tester notre application nous avons utilisé un nom de domaine gratuit à l'aide du service offert par "NoiP" (Figure 3.39).

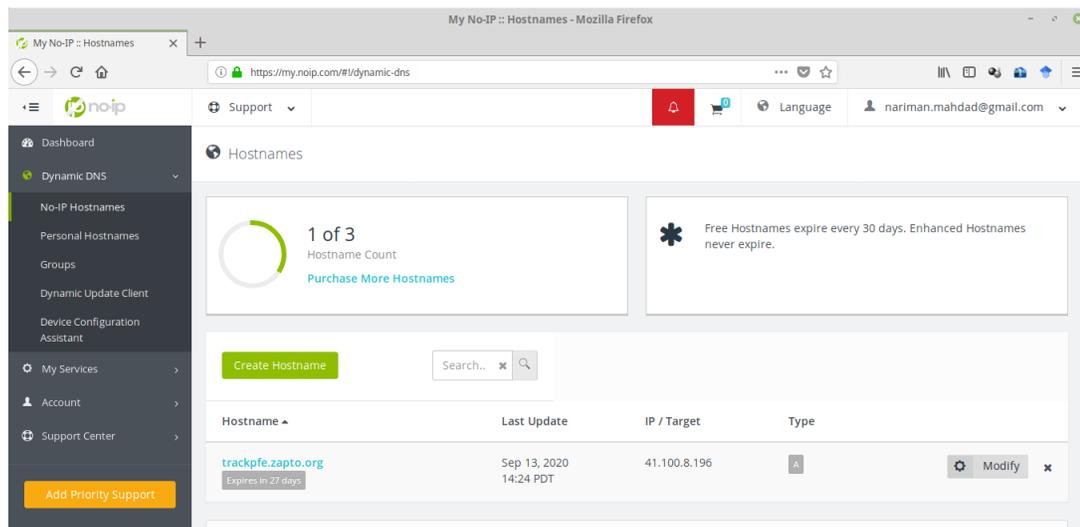


Figure 3.39: Interface d'utilisation du service no-ip

Ce service, garantit une conversion de notre adresse IP publique dynamique en un nome de domaine, dans notre cas "http://trackpfe.zapto.org" à l'aide d'un client noip (voir la Figure 3.40). Par conséquent l'accès à notre service web sera par l'Url "http://trackpfe.zapto.org:8080/track/Track".

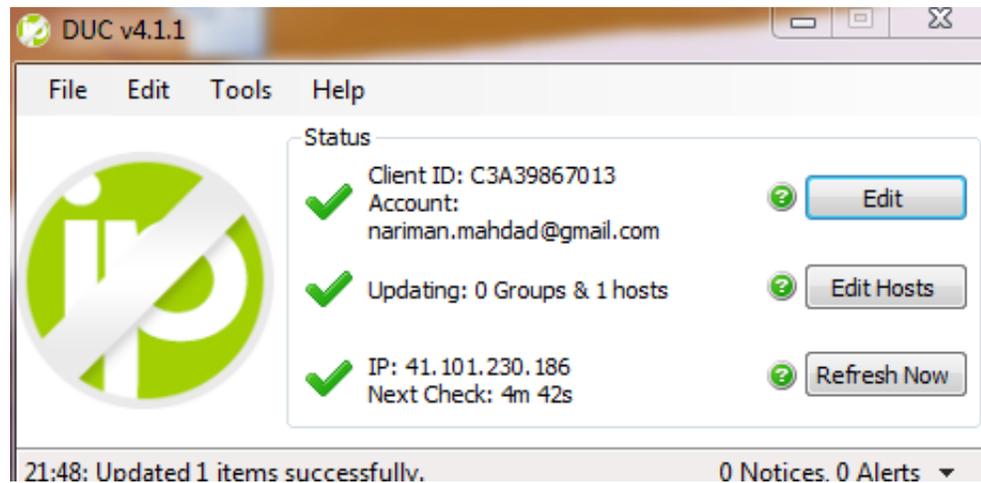


Figure 3.40: Client No-ip chargé de transmission de l'adresse IP publique

Après l'authentification nous avons obtenu le résultat de tracking illustré par la Figure 3.41.

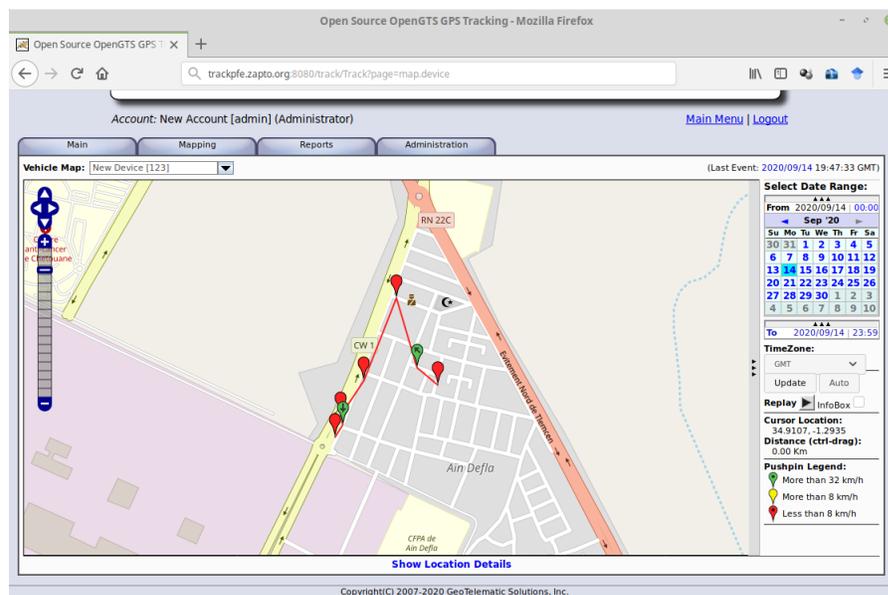


Figure 3.41: Trace route

## **3.6 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons décrits l'environnement du travail (outils et logiciels) utilisé pour développer notre système qui se compose d'un serveur web « OpenGTS » et une application mobile « Android » développé à l'aide de l'outil « AppInventor » et un dispositif de tracking embarqué « Module GPS avec Arduino (Gboard) » avec quelques aperçus des différentes interfaces de chaque application du système.

Cette réalisation été validée par un test réel sur un automobile, que nous avons présenté ces résultats à la fin du chapitre.

## Conclusion générale et perspectives

Le développement et l'innovation dans le secteur du transport ne parvient pas d'un jour au lendemain. Il nécessite des études au niveau des différents champs qui vont être touchés par ces développements (moyens de transport, routes, parcours, etc.), la découverte et l'application d'autant de nouvelles technologies (IOT, ITS, etc.) pour pouvoir inventer quelques solutions aux problèmes rencontrés dans ce secteur. L'IOT nous a permis de découvrir de nouvelles technologies qui ont rendu le secteur du transport plus innové et plus sophistiqué surtout dans les pays développés, Par contre dans les pays en cours de développement, le secteur de transport est souffrant, plusieurs problèmes dégradent leurs efficacité et performance (Manque des arrêts et de moyens, perte du temps, etc.). Et ça nous a entamé à faire autant de recherches pour parvenir à trouver une solution qui peut être optimale par rapport à d'autres solutions. Dans le cadre de notre projet, nous profitons de l'IoT et de la connectivité pour créer, fusionner à la fois des logiciels et du matériel, différents objets connectés pour un système de transport intelligent. Pour créer ce système IoT, nous avons utilisé un serveur Web et la plate-forme OpenGTS, Ce qui concerne la partie matérielle, nous avons proposer un objet connecté. Quant à la partie logicielle, nous avons créé trois applications dans différentes plates-formes.

- Une application serveur web qui nous permet de suivre en temps réel tous les véhicules connectés à notre service.

- Une application mobile sous Android pour aider l'utilisateur à localiser le véhicule désiré ou son moyen de transport voulu (bus), à l'aide de son mobile Android.
- réalisation d'un dispositif de tracking pour la gestion de l'application dans la plateforme Concernant l'échange et la manipulation de données.

Finalement, les perspectives que laisse ce projet sont beaucoup et peut nous permettre à continuer dans ce sujet et développer plus de projets qui améliorent notre cher pays nous citons:

- L'estimation du temps d'arrivée d'un bus.
- Nous pouvons remplacé le mode de communication GPRS par 5G ou LPWAN.
- Configuré la communication avec la voiture à l'aide du protocole haut-débit pour s'informer sur l'état du véhicule et envoyé les messages d'alerte.
- Un écran d'affichage sur les différentes stations qui donne des informations sur les trajets, les horaires de bus.

Annexe **A**

DataSheet Gboard GSM SIM900

# Gboard

-GSM/GPRS/Wireless dev platform based on Arduino

## Overview



Gboard is a unique Arduino board which features a SIM900 GSM/GPRS module, an XBee socket, nRF24L01+ module interface and an ATmega328P controller. This board will add wireless XBee / nRF24L01+ control as well as GSM/GPRS connectivity to your projects. It's great for anything from home automation to robot control. The possibilities are endless!

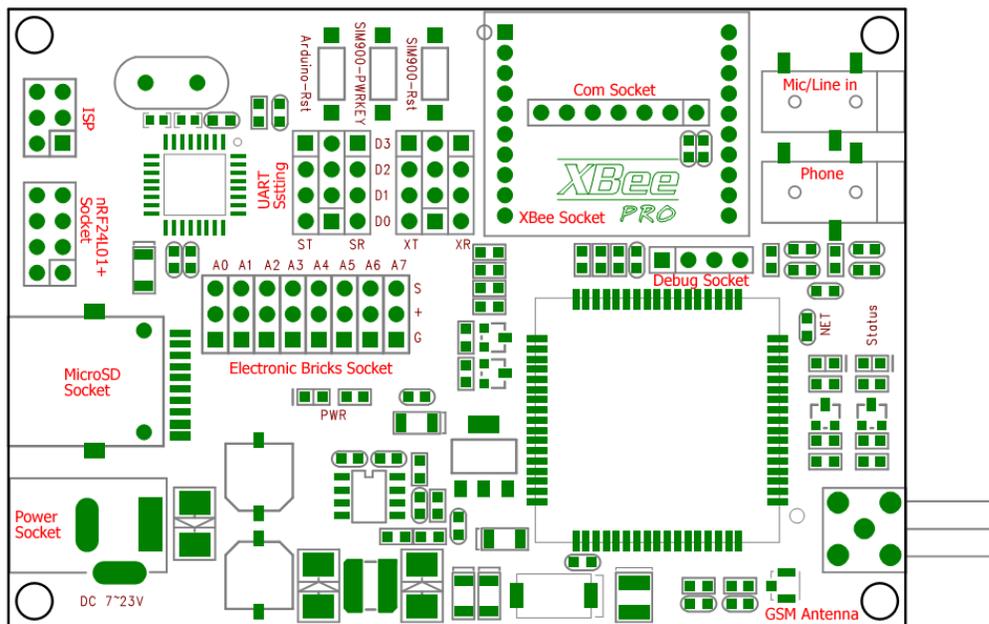
## Specifications

PCB size	88.1mm X 60.7mm X 1.6mm
Power supply	6~20V DC
Microprocessor	Atmega328
Indicators	PWR, Status, NET
RoHS	Yes

## Electrical Characteristics

Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage	6	-	23	VDC
Input Voltage VH	Target Voltage = 3.3V		3.6	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.5	V
Current Consumption	-	100	500	mA

## Hardware



Top View Map

Gboard can be used as a GSM/GPRS data transfer or wireless communication project development platform. Gboard support wide range power supply and Micro SD for mass storage. There are some 3pin electronic brick/ sensor brick interface breakout on board, it offer an easy way for a quick prototyping. The board requires FTDI basic board to upload sketch, you can use our Foca board to do it. Gboard can be powered by a mini USB, power Jack.

## UART Setting Jumpers

The SIM900 module and Xbee module communicate to ATmega328 through UART. They cannot be used with the same port at the same time, so there are

two UART setting jumpers to configure the UART communication. The figure of UART setting jumpers is as below.

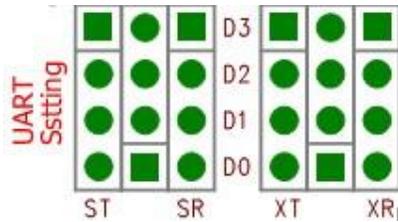
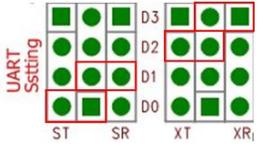
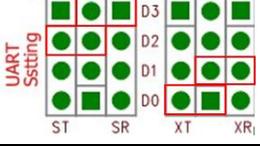


Figure of UART setting jumpers

D0 and D1 are hardware UART ports of Arduino. D2 and D3 are digital GPIO of Arduino. There are two configurations to set the UART communication.

Description	UART Setting Jumpers Connection	Figure
Hardware UART to SIM900, Software UART to Specific	ST – D0 (Hardware Rx of Arduino) SR – D1 (Hardware Tx of Arduino) XT – D2 (Software Rx/Tx of Arduino) XR – D3 (Software Rx/Tx of Arduino)	
Software UART to SIM900, Hardware UART to Specific	XT – D0 (Hardware Rx of Arduino) XR – D1 (Hardware Tx of Arduino) ST – D2 (Software Rx/Tx of Arduino) SR – D3 (Software Rx/Tx of Arduino)	

ST: UART Tx of SIM900 module

SR: UART Rx of SIM900 module

XT: XBee Tx of XBee module

XR: XBee Rx of XBee module

## Power and reset connection of SIM900

In the GBoard, the PWRKEY and RESET pins of SIM900 module connect to Arduino as list below.

Arduino pin	SIM900 pin	Enable
D6	PWR	High level Active
D7	RESET	High level Active

## Software

Gboard is designed for compatible for SD Library of Arduino.

With embedded bootloader, Gboard is easy to use by Arduino IDE through Foca series. ISP of Atmega328 is broke out for download firmware easily.

## Revision History

Rev.	Description	Release date
v1.0	Initial version	2012-02-06

Annexe **B**

Module GPS U-blox M8N

# NEO-M8N

## u-blox GNSS module

### Hardware Integration Manual

#### Abstract

This document describes the features and specifications of u-blox NEO-M8N module.



[www.u-blox.com](http://www.u-blox.com)

UBX-15029985 - R01

## 2 Design

### 2.1 Pin description

Function	PIN	No	I/O	Description	Remarks
Power	VCC	23		Supply Voltage	Provide clean and stable supply.
	GND	10,12,13, 24		Ground	Assure a good <b>GND</b> connection to all <b>GND</b> pins of the module, preferably with a large ground plane.
	V_BCKP	22		Backup Supply Voltage	It is recommended to connect a backup supply voltage to <b>V_BCKP</b> in order to enable warm and hot start features on the positioning modules. Otherwise, connect to <b>VCC</b> .
	VDD_USB	7		USB Power Supply	To use the USB interface, connect this pin to 3.0 – 3.6 V. If no USB serial port used connect to GND.
Antenna	RF_IN	11	I	GNSS signal input from antenna	The connection to the antenna has to be routed on the PCB. Use a controlled impedance of 50 Ω to connect RF_IN to the antenna or the antenna connector.
	VCC_RF	9	O	Output Voltage RF section	<b>VCC_RF</b> can be used to power an external active antenna.
UART	TxD	20	O	Serial Port/ SPI MISO	Communication interface, Can be programmed as TX Ready for DDC interface. If pin 2 low => SPI MISO.
	RxD	21	I	Serial Port / SPI MOSI	Serial input. Internal pull-up resistor to <b>VCC</b> . Leave open if not used. If pin 2 low => SPI MOSI.
USB	USB_DM	5	I/O	USB I/O line	USB bidirectional communication pin. Leave open if unused.
	USB_DP	6	I/O	USB I/O line	
System	TIMEPULSE	3	O	Timepulse Signal	Configurable Timepulse signal (one pulse per second by default). Leave open if not used.
	SAFEBOOT_N	1	I	Reserved	For future service, updates and reconfiguration, leave OPEN
	EXTINT	4	I	External Interrupt	External Interrupt Pin. Internal pull-up resistor to <b>VCC</b> . Leave open if not used. Function is disabled by default.
	RESERVED	15	-	Reserved	Leave open.
	SDA	18	I/O	DDC Data / SPI CS_N	DDC Data If pin 2 low => SPI chip select.
	SCL	19	I	DDC Clock / SPI SCK	DDC Clock. If pin 2 low => SPI clock.
	ANT_ON	14	O	ANT_ON	Antenna control can be used to turn on and off an optional external LNA.
	RESET_N	8	I	Reset input	Reset input
	D_SEL	2	I	selects the interface	Allow selecting UART/DDC or SPI open-> UART/DDC; low->SPI
	RESERVED	16,17	-	Reserved	Leave open.

Table 2: NEO-M8N Pinout

## 2.2 Minimal design

This is a minimal design for a NEO-M8N GNSS receiver.

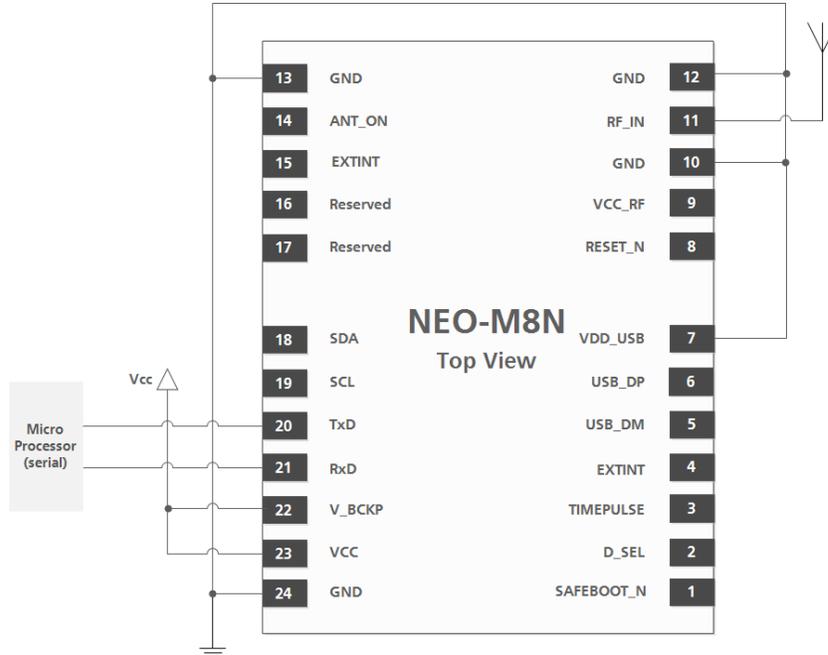


Figure 4: NEO-M8N passive antenna design

## 2.3 Layout: Footprint and paste mask

Figure 5 describes the footprint and provides recommendations for the paste mask for NEO-M8N LCC modules. These are recommendations only and not specifications. Note that the copper and solder masks have the same size and position.

To improve the wetting of the half vias, reduce the amount of solder paste under the module and increase the volume outside of the module by defining the dimensions of the paste mask to form a T-shape (or equivalent) extending beyond the copper mask. For the stencil thickness, see section 4.2.



Consider the paste mask outline when defining the minimal distance to the next component. The exact geometry, distances, stencil thicknesses and solder paste volumes must be adapted to the specific production processes (e.g. soldering) of the customer.

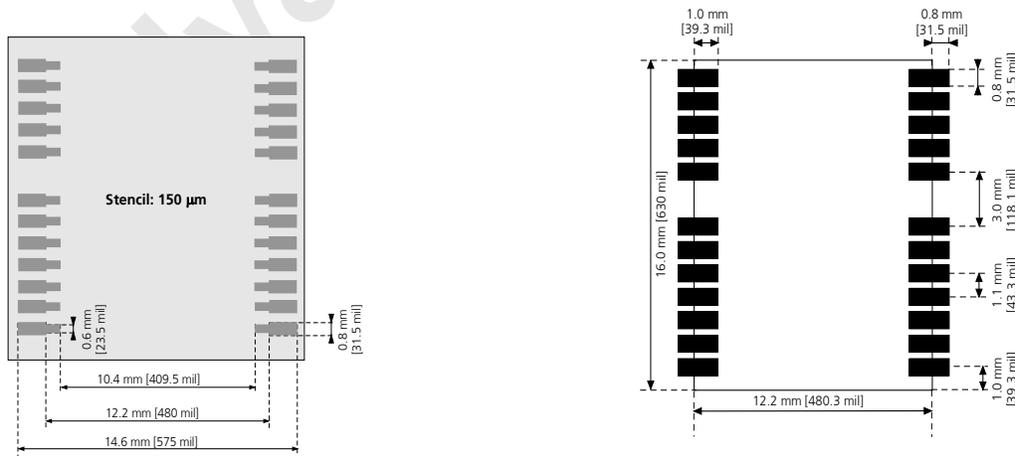


Figure 5: NEO-M8N footprint

NEO-M8N paste mask

## 2.4 Antenna

### 2.4.1 Antenna design with passive antenna

A design using a passive antenna requires more attention to the layout of the RF section. Typically, a passive antenna is located near electronic components; therefore, care should be taken to reduce electrical noise that may interfere with the antenna performance. Passive antennas do not require a DC bias voltage and can be directly connected to the RF input pin **RF\_IN**. Sometimes, they may also need a passive matching network to match the impedance to 50  $\Omega$ .



Use an antenna that has sufficient bandwidth to receive all GNSS constellations. See Appendix.

Figure 6 shows a minimal setup for a design with a good GNSS patch antenna.

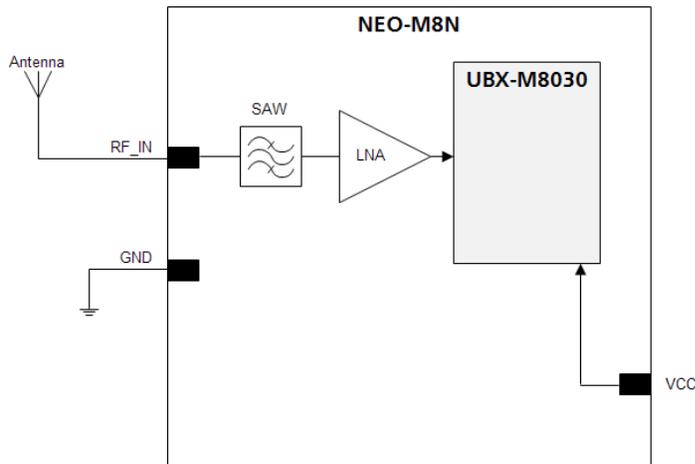


Figure 6: NEO-M8N passive antenna design (for exact pin orientation see the *NEO-M8N Data Sheet* [1])

### 2.4.2 Active antenna design

Active antennas have an integrated low-noise amplifier. Active antennas require a power supply that will contribute to the total GNSS system power consumption budget with additional 5 to 20 mA typically.

If the supply voltage of the NEO-M8N receiver matches the supply voltage of the antenna (e.g. 3.0 V), use the filtered supply voltage available at pin **VCC\_RF** as shown in Figure 7.

#### Active antenna design using VCC\_RF pin to supply the active antenna

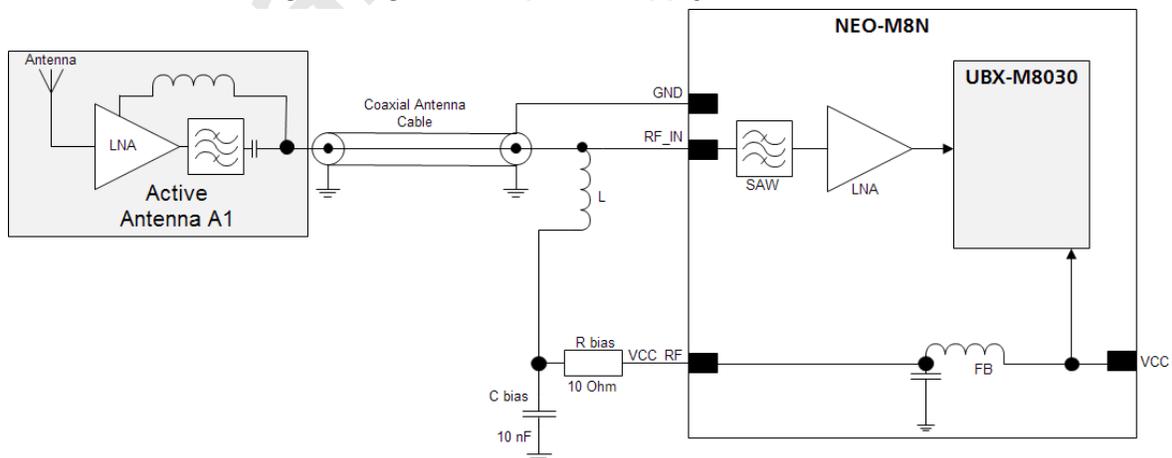
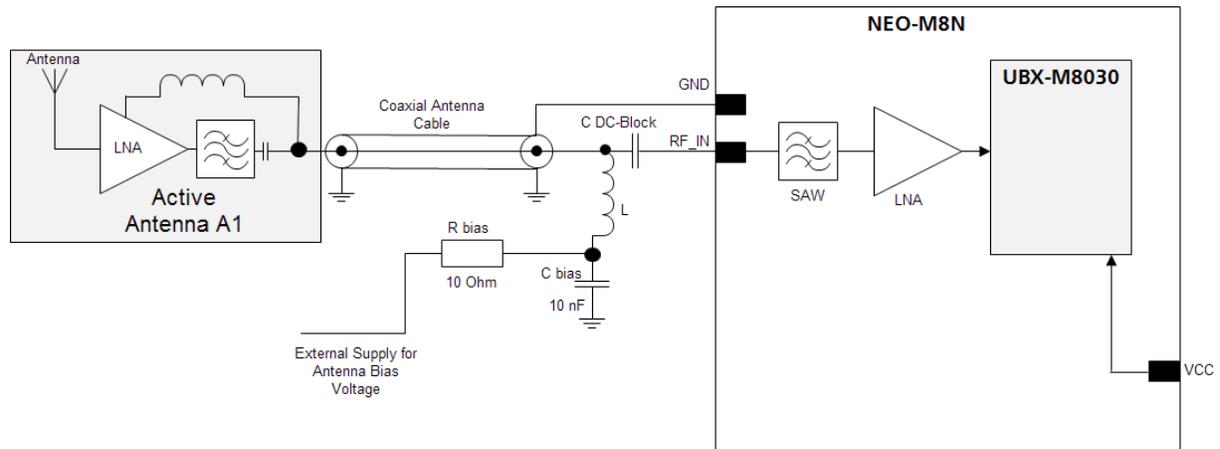


Figure 7: Active antenna design, external supply from VCC\_RF (for exact pin orientation see the *NEO-M8N Data Sheet* [1])

In case the **VCC\_RF** voltage does not match with the supply voltage of the active antenna, use a filtered external supply as shown in Figure 8.

### Active antenna design powered from external supply



**Figure 8: Active antenna design, direct external supply (for exact pin orientation see the *NEO-M8N Data Sheet* [1])**



The circuit shown in Figure 8 works with all u-blox M8 modules, also with modules without **VCC\_RF** output.

## Appendix

### A Glossary

Abbreviation	Definition
ANSI	American National Standards Institute
CDMA	Code Division Multiple Access
EMC	Electromagnetic compatibility
EMI	Electromagnetic interference
EOS	Electrical Overstress
EPA	Electrostatic Protective Area
ESD	Electrostatic discharge
GLONASS	Russian satellite system
GND	Ground
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
IEC	International Electrotechnical Commission
PCB	Printed circuit board
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System

Table 4: Explanation of abbreviations used

### Recommended parts

Recommended parts are selected on data sheet basis only. Other components may also be used.

Part	Manufacturer	Part ID	Remarks	Parameters to consider
Diode Semiconductor	ON	ESD9R3.3ST5G	Standoff Voltage>3.3 V	Low Capacitance < 0.5 pF
		ESD9L3.3ST5G	Standoff Voltage>3.3 V	Standoff Voltage > Voltage for active antenna
		ESD9L5.0ST5G	Standoff Voltage>5 V	Low Inductance
SAW	TDK/ EPCOS	B8401: B39162-B8401-P810	GPS+GLONASS	High attenuation
	TDK/ EPCOS	B3913: B39162B3913U410	GPS+GLONASS+BeiDou	For automotive application
	TDK/ EPCOS	B4310: B39162B4310P810	GPS+GLONASS	Compliant to the AEC-Q200 standard
	ReyConns	NDF9169	GPS+ BeiDou	Low insertion loss, Only for mobile application
	muRata	SAFFB1G56KB0F0A	GPS+GLONASS+BeiDou	Low insertion loss, Only for mobile application
	muRata	SAFEA1G58KB0F00	GPS+GLONASS	Low insertion loss, only for mobile application
	muRata	SAFEA1G58KA0F00	GPS+GLONASS	High attenuation, only for mobile application
	muRata	SAFFB1G58KA0F0A	GPS+GLONASS	High attenuation, only for mobile application
	muRata	SAFFB1G58KB0F0A	GPS+GLONASS	Low insertion loss, Only for mobile application
	TAI-SAW	TA1573A	GPS+GLONASS	Low insertion loss
TAI-SAW	TA1343A	GPS+GLONASS+BeiDou	Low insertion loss	
TAI-SAW	TA0638A	GPS+GLONASS+BeiDou	Low insertion loss	
LNA	JRC	NJG1143UA2	LNA	Low noise figure, up to 15 dBm RF input power
	Avago	ALM-GN001	LNA	Low noise figure, with pre-LNA filter, concurrent GNSS
	Avago	ALM-GN002	LNA	Very low noise figure, with post-LNA filter, concurrent GNSS
Inductor	Murata	LQG15HS27NJ02	L, 27 nH	Impedance @ freq GPS > 500 Ω
Capacitor	Murata	GRM1555C1E470JZ01	C <sub>DC-block</sub> , 47 pF	DC-block
	Murata	X7R 10N 10% 16V	C <sub>Bias</sub> , 10nF	Bias-T
Ferrite	Murata	BLM15HD102SN1	FB	High IZI @ fGSM

Bead				
Feed thru Capacitor for Signal	Murata	NFL18SP157X1A3 NFA18SL307V1A45	Monolithic Type Array Type	For data signals, 34 pF load capacitance For data signals, 4 circuits in 1 package
Feed thru Capacitor	Murata	NFM18PC .... NFM21P....	0603 2A 0805 4A	Rs < 0.5 Ω
Resistor		10 Ω ± 10%, min 0.250 W	R <sub>bias</sub>	
		560 Ω ± 5%	R2	
		100 kΩ ± 5%	R3, R4	

**Table 5: Recommended parts**

### Recommended antennas

Manufacturer	Order No.	Comments
Hirschmann ( <a href="http://www.hirschmann-car.com">www.hirschmann-car.com</a> )	GLONASS 9 M	GPS+GLONASS active
Taoglas ( <a href="http://www.taoglas.com">www.taoglas.com</a> )	AA.160.301111	36*36*4 mm, 3-5V 30mA active
Taoglas ( <a href="http://www.taoglas.com">www.taoglas.com</a> )	AA.161.301111	36*36*3 mm, 1.8 to 5.5V / 10mA at 3V active
INPAQ ( <a href="http://www.inpaq.com.tw">www.inpaq.com.tw</a> )	B3G02G-S3-01-A	2.7 to 3.9 V / 10 mA active
Amotech ( <a href="http://www.amotech.co.kr">www.amotech.co.kr</a> )	B35-3556920-2J2	35x35x3 mm GPS+GLONASS passive
Amotech ( <a href="http://www.amotech.co.kr">www.amotech.co.kr</a> )	A25-4102920-2J3	25x25x4 mm GPS+GLONASS passive
Amotech ( <a href="http://www.amotech.co.kr">www.amotech.co.kr</a> )	A18-4135920-AMT04	18x18x4 mm GPS+GLONASS passive
Amotech ( <a href="http://www.amotech.co.kr">www.amotech.co.kr</a> )	Amotech AGA363913-S0-A1	GPS+GLONASS+ BeiDou active
INPAQ ( <a href="http://www.inpaq.com.tw">www.inpaq.com.tw</a> )	ACM4-5036-A1-CC-S	5.2 x 3.7 x 0.7 mm GPS+GLONASS passive

Additional antenna Manufacturer: Allis Communications, 2J, Tallysman Wireless

**Table 6: Recommend antenna**

# Références

- [1] U. Babusiaux, *Papinians Quaestiones*. CH Beck, 2011, no. 103.
- [2] N. Ahmed Malek, “L’intelligence ambiante et les systèmes de transport intelligents,” *Mémoire du diplôme magister en informatique*, 2014.
- [3] S. Totani, “Development and current status of cacs (comprehensive automobile traffic control system),” in *30th IEEE vehicular technology conference*, vol. 30. IEEE, 1980, pp. 336–341.
- [4] D. A. Rosen, F. J. Mammano, and R. Favout, “An electronic route-guidance system for highway vehicles,” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 19, no. 1, pp. 143–152, 1970.
- [5] A. E. Yamin, “Suffering and powerlessness: the significance of promoting participation in rights-based approaches to health,” *Health and human rights*, pp. 5–22, 2009.
- [6] M. D. Williams and R. H. Williams, *European Union spatial policy and planning*. SAGE, 1996.
- [7] J. Diebold *et al.*, *Transportation infostructures: the development of intelligent transportation systems*. Greenwood Publishing Group, 1995.
- [8] I. Paromtchik and C. Laugier, “The advanced safety vehicle programme,” *Scientific Commons*, 2007.
- [9] T. Kitamura, M. Kobayashi, and K. Takeuchi, “The dynamic route guidance systems in utms,” Tech. Rep., 1995.
- [10] S. Zaidenberg, “Apprentissage par renforcement de modeles de contexte pour l’informatique ambiante,” Ph.D. dissertation, 2009.
- [11] E. Hache, C. Ternel, and L. Aissaoui, “Intelligent transport system and mobility 3.0: definition, challenges and players-panorama 2018,” 2017.
- [12] G. Abdellaoui and F. T. Bendimerad, “Dynamic reconfiguration of lpwans pervasive system using multi-agent approach,” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 9, no. 2, pp. 300–305, 2018.

- [13] R. Tafazolli, *Technologies for the Wireless Future: Wireless World Research Forum (WWRF)*. John Wiley & Sons, 2006.
- [14] K. KOUSOU *et al.*, “Réalisation d’une application mobile pour la gestion intelligente du transport.” Ph.D. dissertation.
- [15] P.-J. Benghozi, S. Bureau, and F. Massit-Folléa, *L’Internet des objets/The Internet of Things: Quels Enjeux Pour L’Europe?/What Challenges for Europe?* Les Editions de la MSH, 2009.
- [16] A. Demyanenko, “Internet of things and operator training simulators,” vol. 4, no. 33, 2016.
- [17] A. Rafai and S. Kouah, “Développement d’un système d’iot (internet of things) pour le smart lighting sous la plateforme ibm,” 2018.
- [18] T.-Y. Lim and G.-Y. Chan, “Teaching and learning software requirements engineering: Our experience, reflection and improvement,” *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, vol. 9, no. 3-4, pp. 51–55, 2017.
- [19] O. Harrouz, B. Brémond, M. Habi, and A. Harrouz, “Modèle de simplification des réseaux d’eau potable,” *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, no. 30, pp. 253–272, 2017.
- [20] S. E. Elsakhy, M. A. Saeed, and M. A. Ibrahim, “Digital t-shirt,” Ph.D. dissertation, Sudan University of Science and Technology, 2014.
- [21] G. ABDELLAOUI, H. MEGNAFI, and F. T. BENDIMERAD, “A novel model using reo for iot self-configuration systems,” in *020 1st International Conference on Communications, Control Systems and Signal Processing (CCSSP)*. IEEE, 2020, pp. 1–5.
- [22] W. Hadjadj and M. Zaiter, “L’utilisation de n-version de programmation pour la prise en charge des fautes dans un environnement iot,” 2018.
- [23] M. Moritz, “Big data et villes éco-intelligentes,” *I2D Information, donnees documents*, vol. 53, no. 1, pp. 62–63, 2016.
- [24] A. Zammali, “Etude d’intégration de l’industrie 4.0 dans sia,” Ph.D. dissertation, Université Virtuelle de Tunis, 2019.
- [25] R. Djenina and M. Zaiter, “La proposition d’une solution distribuée pour le contrôle de fonctionnement d’un système médical,” 2019.
- [26] P. Volle, “Psl–université paris-dauphine (drm umr 7088) jie. yu dauphine. eu.”

- [27] G. Heine and H. Sagkob, *GPRS: gateway to third generation mobile networks*. Artech House, 2003.
- [28] M. Fatiha and R. Farida, “Accée à internet via le gprs et création d’une interface gb dans le réseau mobilis,” Ph.D. dissertation, Université Mouloud Mammeri, 2009.
- [29] F. Aubépart, “Conception d’un système embarqué communicant utilisant le soc zynq (xilinx) et le module wifi esp8266: Expérience en licence professionnelle concept,” *J3eA*, vol. 16, p. 1006, 2017.
- [30] H. BENDJAFER and A. MIDOUN, “Système de contrôle par gsm,” Ph.D. dissertation.
- [31] Y. Teckchandani, G. S. Perumal, R. Mujumdar, and S. Lokanathan, “Large screen wireless notice display system,” in *2015 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC)*. IEEE, 2015, pp. 1–5.
- [32] P. MASON, “The early english factories of south-west india: A historical archaeology perspective,” Ph.D. dissertation, Durham University, 2014.
- [33] B. W. Parkinson, P. Enge, P. Axelrad, and J. J. Spilker Jr, *Global positioning system: Theory and applications, Volume II*. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1996.
- [34] I. A. Getting, “Perspective/navigation-the global positioning system,” *IEEE spectrum*, vol. 30, no. 12, pp. 36–38, 1993.
- [35] S. Banville, “Improved convergence for gnss precise point positioning,” Ph.D. dissertation, University of New Brunswick Fredericton, NB, Canada, 2014.
- [36] R. B. Langley, “Nmea 0183: A gps receiver interface standard,” *GPS world*, vol. 6, no. 7, pp. 54–57, 1995.
- [37] S. Velen and C. Praplan, *Librairie Java pour l’utilisation d’un récepteur GPS Bluetooth sur téléphone mobile*. Université de Genève Faculté des SES Département des systèmes d’information . . . , 2006.