

# Conception et réalisation d'une plateforme de gestion d'un réseau de transport

Réalisé par : Siba Aicha

2011/2012

République Algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

Faculté de technologie

Laboratoire de télécommunication

Mémoire pour l'obtention du diplôme de master en réseaux et systèmes de télécommunications

Soutenu le 23 septembre 2012 devant le jury :

Djelti Hamida

Hadjila Mourad

Zerrouki Elhadj

Merzougui Rachid

Houti Fouad

Maître-assistant à l'université de Tlemcen

Maître-assistant à l'université de Tlemcen

Maître-assistant à l'université de Tlemcen

Maître de conférence à l'université de Tlemcen

Doctorant à l'université de Tlemcen

Président

Examineur

Examineur

Encadreur

Co-encadreur

## Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu le bon dieu, tout clément et miséricordieux de m'avoir donné le courage et la patience pour la réalisation de ce modeste travail et de m'avoir aidé à obtenir ce diplôme.

Je souhaite remercier les personnes qui ont rendu ce PFE possible, toutes celles avec qui j'ai travaillé durant ce semestre et celles qui ont accompagné et aidé à valoriser mon expérience.

Je remercie tout particulièrement :

Monsieur MERZOUGUI RACHID pour avoir suivi mon travail en tant qu'encadreur de ce PFE et pour le soutien qu'il m'a apporté.

Je remercie madame DJALTI HAMIDA d'avoir bien voulu présider le jury de ma soutenance de master. Je remercie également messieurs HADJILA MOURAD, ZERROUKI ELHADJ d'avoir accepté d'être examinateurs de ce travail.

Un grand merci à mon fiancé et mon Co-encadreur HOUTI FOUAD qui m'a accordée son aide précieuse et qui m'a suivie de façon très sérieuse, ce qui m'a permis d'avancer efficacement dans mon projet.

Plus généralement, je remercie tous les membres du laboratoire « télécommunications », en particulier monsieur « BENDIMRED FT » pour la qualité de l'enseignement qu'il nous a prodigués. Je remercie également tous les membres du laboratoire « STIC » qui m'ont offert un excellent cadre de travail.

Enfin, je ne peux pas m'empêcher de remercier tout le corps enseignant de l'université ABOU BEKR BELKAID pour la qualité de l'enseignement qu'il nous a offert et d'avoir bâti l'édifice intellectuel que nous sommes d'ores et déjà.

## **Dédicaces**

### **A mes chers parents**

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me  
comblent

Que dieu leur procure bonne santé et longue vie

### **A celui que j'aime: mon fiancé Fouad**

**A mes très chères sœurs que j'aime tant : Latifa, Samira, Chafika, Soumia et Faiza**

**A mes beaux frères :Nordine, Mohammed, Khaled et Othmane**

**A mes très chers neveux et nièces : Abd Allah, Salah Eddine, Nesrine, Dalel, Chems  
Ediine, Hamza, Abdel Basset, Khalil, Ines, Imène et celui qui est encore en route !**

**A ma belle mère, ma belle sœur Souhila et toute ma belle famille**

**A mes très chères copines :Kamila, Zakia et Sarah**

**A Fatiha et Mohammed**

**A mes amis et collègues**

**Je dédie ce modeste travail.**

## **Résumé**

L'augmentation des déplacements des gens dans leurs vies quotidiennes : se rendre aux boulots, aux centres de loisirs, ou effectuer n'importe quel autre déplacement les oblige à utiliser des modes de transports différents. Le transport routier est le plus utilisé en milieu urbain. Toute fois, ce dernier fait l'expérience de profonds bouleversements : encombrement, accident, pollution,...

Le transport en commun (bus, tramway,...) peut faire face à tout ces problèmes mais cela est réalisable qu'avec une meilleure gestion de ces derniers.

Dans ce mémoire, nous nous intéressons aux bus au milieu urbain. Notre objectif est de réaliser un gestionnaire d'un réseau de bus dont le travail consiste de trouver les bonnes conditions pour que les bus puissent offrir le meilleur des services.

## **Abstract**

The increased movement of people in their daily lives: to travel to jobs, entertainment centers, or perform any other movement forces them to use different modes of transport. Road transport is the most widely used in urban areas. Any time, it experienced dramatic changes: congestion, accidents, pollution...

Public transportation (bus, tram,) can cope with all these problems but it is possible with intelligent management of these.

In this project, we focus on urban buses. Our aim is to develop an application of a bus management which consist on finding the right positions, speeds, and optimize them to offer the services.

## Table des matières

Remerciements .....	2
Dédicaces.....	3
Résumé.....	4
Table des matières.....	5
Liste des figures.....	9

### Avant propos : « contexte et défis de la mobilité »

I. Contexte de la mobilité.....	12
II. Les problèmes engendrés par la mobilité.....	12
II.1. La congestion : un problème couteux.....	12
II.2. Accidents de la route.....	14
II.3. Pollution.....	15
III. Solutions envisagées.....	16
III.1. Construction de nouvelles infrastructures.....	16
III.2. Utilisation des transports en commun.....	16
III.3. Gestion intelligente du trafic.....	17
Introduction générale.....	20

### Chapitre I : « systèmes de transport intelligents »

I. Introduction.....	24
II. Développement des STI.....	24
III. Les technologies des transports intelligents.....	25
III.1. Communication sans fil.....	25
III.2. Systèmes embarqués et le bus CAN.....	25
III.3. Technologies de localisation.....	26
III.3.1. GPS.....	26
III.3.2. Galileo.....	27
III.3.3. La téléphonie mobile.....	28
III.4. Les technologies de capteurs.....	29

III.4.1. Les capteurs sans fils.....	29
III.4.2. La boucle électromagnétique.....	30
III.4.3. Le capteur vidéo.....	30
III.4.4. Autres capteurs.....	31
IV. Exemples d'application des STI.....	31
IV.1. Les centres d'ingénieries et de gestion du trafic.....	31
IV.2. Les intersections .....	32
IV.3. La sécurité routière.....	33
IV.4. Le stationnement.....	33
IV.5. Protection de l'environnement.....	34
V. Conclusion.....	35

## **Chapitre II : « Réseaux WAN et véhicule connecté »**

I. Introduction.....	37
II. Réseaux GSM.....	38
II.1. Architecture réseaux GSM.....	39
II.1.1. La station mobile MS.....	39
II.1.2. Le sous système radio.....	40
II.1.2.1. Les stations de transmission de bases BTS.....	40
II.1.2.2. Le contrôleur de station de base BSC.....	40
II.1.3. Le sous système réseau.....	40
II.1.3.1. Le commutateur de services mobiles MSC.....	40
II.1.3.2. Les bases de données.....	40
II.1.3.2.1. HLR (Home Local Register).....	41
II.1.3.2.2. VLR (Visitor Location Register).....	41
II.1.4. Le sous système opérationnel.....	41
II.2. Les fréquences utilisées dans le réseau GSM.....	41
II.3. Le protocole SMS.....	42
III. Réseaux GPRS.....	43
III.1. Architecture GPRS.....	44
IV. Système RFID.....	45
V. Réseaux de capteurs sans fil.....	45
VI. Réseaux VANET.....	46
VII. DSRC.....	46
VIII. Conclusion.....	46

## Chapitre III : « gestion de la priorité des bus »

I. Introduction.....	49
II. Priorité des bus dans les feux d'intersections.....	49
II.1. Type de priorité.....	49
II.1.1. Systèmes passifs.....	49
II.1.2. Systèmes actifs.....	50
II.2. Stratégies et gestion des feux de signalisation.....	50
II.2.1. Systèmes isolés.....	50
II.2.2. Systèmes à temps fixe.....	50
II.2.3. Systèmes à base de détecteurs.....	50
II.3. Algorithme de gestion des feux.....	51
II.4. Contrôle dynamique par l'infrastructure.....	51
II.4.1. Première génération-contrôle à temps fixe.....	51
II.4.2. Deuxième génération-contrôle à temps dynamique.....	52
II.4.3. Troisième génération-contrôle à temps réel.....	52
III. Les systèmes de gestion du trafic routier dans le monde.....	53
III.1. SCOOT.....	53
III.2. SCATS.....	54
IV. Exemples de priorités des bus.....	54
IV.1. Aalborg, Danemark.....	54
IV.2. Brighton and Hove, UK.....	56
IV.3. Gênes, Italie.....	57
IV.4. Glasgow bus information.....	59
V. Conclusion.....	60

## Chapitre IV : « Application »

I. Introduction.....	62
II. Cahier de charge.....	62
III. Module VCS.....	63
III.1. Composants électroniques du module VCS.....	63
III.2. Principe de fonctionnement du module VCS.....	64
IV. Schéma synoptique de la plateforme.....	64
V. Delphi 07.....	66
V.1.1. Caractéristiques de Delphi 07.....	67
V.1.2. Delphi et les bases de données.....	67
VI. Les bases de données.....	69
VI.1. Qu'est ce qu'une base de données ?.....	69
VI.2. Utilité d'une base de données.....	70

VI.3.	La gestion des bases de données.....	70
VI.4.	Les différents modèles des bases des données.....	71
VI.5.	SQL définition et bref historique.....	73
VII.	La technologie Client /Serveur.....	73
VIII.	Notre approche.....	74
VIII.1.	Unité de réception et d'enregistrement des données.....	74
VIII.2.	Unité de traitement et de calcul.....	76
VIII.3.	Unité d'affichage.....	76
VIII.4.	Interface de communication avec application externe.....	78
VIII.4.1.	Simulation of UrbanMObility– SUMO.....	78
VIII.4.1.1.	La construction d'un réseau.....	79
VIII.4.1.2.	Modélisation de la demande.....	79
VIII.4.1.3.	Simulation.....	80
IX.	Conclusion.....	82
	Conclusion générale .....	84
	Glossaire.....	85
	Références bibliographiques.....	87

## Liste des figures

Figure 0.1 : Bouchon à l'autoroute d'Alger.....	13
Figure 0.2 : Accident de la route en Algérie.....	14
Figure 0.3 : Pollution due à la circulation.....	15
Figure 0.4 : Nombre de véhicule nécessaire pour transporter 30 personnes.....	16
Figure I.1 : Quelques composants CAN.....	26
Figure I.2 : Le système GPS.....	27
Figure I.3 : Architecture Galileo.....	28
Figure I.4 : Les composants d'un nœud de capteur.....	30
Figure I.5 : Caméra sur les routes.....	31
Figure I.6 : Centre de gestion du trafic à Bordeaux.....	32
Figure I.7 : Modèle de carrefour généralement utilisé dans la littérature.....	33
Figure II.1 : Architecture réseau GSM.....	39
Figure II.2 : Architecture GPRS.....	44
Figure II.3 : Puce RFID.....	45
Figure III.1 : Projet d'Aalborg au Danemark.....	56
Figure III.2 : Système de priorité des bus Brighton.....	57
Figure III.3 : Système de priorité des bus à Gênes en Italie.....	58
Figure III.4 : Système de priorité des bus à Glasgow.....	59

Figure IV.1 : Module de communication VCS.....	63
Figure IV.2 : Schéma Synoptique Bus Manager.....	65
Figure IV.3 : Constitution d'un projet Delphi.....	67
Figure IV.4 : Structure de l'utilisation d'une base de données.....	70
Figure IV.5 : Décomposition du SGBD.....	71
Figure IV.6 : Modèle hiérarchique d'un SGBD.....	72
Figure IV.7: Le modèle réseau d'un SGBD.....	72
Figure IV.8 : Le modèle relationnel d'un SGBD.....	72
Figure IV.9 : Le modèle objet d'un SGBD.....	73
Figure IV.10 : Connexion établie au serveur SQL.....	75
Figure IV.11.a : Données reçues.....	75
Figure IV.11.b : Google Map public API V3 a.....	76
Figure IV.12 : Localisation du bus en cas d'anomalie.....	77
Figure IV.13 : Module de communication Bus/Chauffeur-Application.....	78
Figure IV.14 : SUMO.....	82

# Avant propos

## Contexte et défis de la mobilité

---

### Sommaire

1. Contexte de la mobilité
2. Les problèmes engendrés par la mobilité
3. Les solutions envisagées



## **I. Le contexte de la mobilité :**

Avec la mondialisation, l'activité économique est en nette croissance partout dans le monde, conjointement l'avènement des nouvelles technologies et des communications connaît lui aussi un essor fulgurant, les entreprises de leurs coté cherchent à développer et à organiser des réseaux mondiaux stratégiques et efficaces qui visent à produire, distribuer et approvisionner le consommateur en un temps record. Cette stratégie contribue à la croissance économique, à une meilleure affectation des ressources et à une plus grande liberté de choix du consommateur en même temps qu'elle accroît la concurrence.

Afin de promouvoir une telle économie de marché et qui soit également compatible avec les objectifs de développement durable, le transport demeure la clé principale, car l'une des manifestations les plus évidentes des activités commerciales est la croissance du transport de marchandise, et en l'occurrence une plus grande amplification et complexité des réseaux de transports.

D'autant plus, se déplacer de nos jours est devenu un aspect essentiel à la vie quotidienne, qu'il s'agisse de véhicules personnels, bicyclette ou transports en commun, le vaste réseau formé de ces moyens de locomotions est devenu immensément complexe à gérer.

En quelques années, le trafic routier s'est amplifié augmentant ainsi les problèmes engendrés, qui sont nombreux et qui coutent quotidiennement temps, argent, santé et qualité environnementale : embouteillages, accidents, pollution ou encore infractions et non-respect au code de la route.

## **II. Les problèmes engendrés par la mobilité :**

### **II.1. La congestion : un problème couteux :**

Une étude menée par IBM en juin 2011 montre un passage de 8% (2010) à 28% (2011) de New-Yorkais ayant indiqué que les transports auraient grandement nuit

à leur travail ou études. De même, à Moscou, par exemple, les conducteurs sont soumis à des embouteillages quotidiens de deux heures et demie en moyenne [1]. L'Algérie n'en est pas à l'abri, la congestion devient un handicap important dont l'administration est de plus en plus nécessaire (figure 0.1).



Figure 0.3: Bouchon à l'autoroute d'Alger

Une énorme pression s'exerce de plus en plus sur le réseau routier et surtout dans les zones urbaines entraînant une congestion chronique des axes autoroutiers durant les périodes de pointe du matin et du soir. Au cours des années, les temps de congestion s'allongent sans cesse exacerbant d'autant les effets pervers des multiples retards. Cette situation représente une menace pour la viabilité et la compétitivité tant de l'industrie du transport que des autres entités qui comptent sur elle.

L'augmentation de la congestion est aujourd'hui extrêmement pénalisante sur tous les plans des transports et affecte en proportion la qualité de vie de l'être humain sur terre.

Ainsi, pour respecter l'heure de travail ou un rendez-vous important, le déplacement des individus requiert des départs plus hâtifs, un parcours plus long pour éviter les lieux de congestion ou une augmentation des effectifs pour les livraisons dans le cas des entreprises. La congestion entraîne donc une hausse des frais de carburant, ainsi qu'une utilisation moins efficace des systèmes de transports existants.

## II.2. Accidents de la route :

Chaque jour, en Algérie comme partout dans le monde, plusieurs personnes sont tuées ou blessées sur les routes. Des hommes, des femmes et des enfants qui se rendent à l'école ou à leur travail à pied ou conducteurs ne rentreront jamais chez eux, laissant derrière eux des familles effondrées. Des milliers de personnes, chaque année, passeront de longues semaines à l'hôpital après un accident grave et beaucoup d'entre elles ne pourront plus jamais vivre, travailler ou jouer comme elles le faisaient auparavant.



Figure 0.4: Accident de la route en Algérie

Selon les statistiques la wilaya de Tlemcen est en passe de devenir «tête de liste» des accidents de la circulation routière, elle enregistre quatre accidents de la route, six blessés et un décès quotidiennement et par ça elle réserve sa troisième place au niveau national au tableau des *accidents* de la circulation [2].

Entre 1998 et 2008, les accidents corporels sont passés de 31.000 à 41.000. L'Algérie est classée 4ème au niveau mondial concernant les accidents de la route, première au Maghreb et dans le monde arabe. En 2008, notre pays a enregistré 4.200 morts et 61.000 blessés, soit une moyenne de 11 morts par jour. Le nombre a reculé de treize (13) en 2009 à neuf (09) tués en 2010 [3].

Des accidents toujours plus nombreux qui entraînent un coût de près d'1 milliards d'euros pour l'état algérien. Ces accidents, souligne encore une fois la gendarmerie, sont dus en grande partie à la vitesse excessive.

Le suivi permanent et l'analyse de l'évolution des statistiques relatives aux accidents de la circulation constituent un outil de mesure de l'efficacité et la pertinence des mesures et des actions opérationnelles lancées dans le cadre d'application du nouveau code de la route. Hélas, le dernier bilan de l'année précédente établit que le nombre de tués a augmenté de 938 cas en 2011 par rapport à 2010 ! [4]

### **II.3. Pollution :**



Figure 0.3: Pollution due à la circulation

La circulation affecte gravement l'environnement, un camion à 15km/h émet quatre fois plus de polluants que s'il roulait à 70km/h ; c'est l'effet relié à la série continue d'arrêts et de départs ou les moteurs doivent fournir une pleine puissance. Malgré l'adoption et l'application de normes favorisant une meilleure efficacité énergétique, des pratiques de conduite et d'entretien des véhicules plus appropriées et l'introduction de nouvelles technologies, l'industrie des transports doit parvenir à atteindre une fluidité adéquate afin de faire sa part dans la réduction des gaz à effet de serre [5].

Ces actions doivent être menées de pair avec l'amélioration et l'augmentation de la desserte par les systèmes de transport collectif, afin de réduire la présence de l'automobile et conséquemment, la congestion.

### **III. Solutions envisagés :**

#### **III.1. Construction de nouvelles infrastructures**

La construction de nouvelles routes n'est toujours pas une solution optimale, vu la non disponibilité d'infrastructure surtout lorsqu'il s'agit de zones urbaines.

#### **III.2. Utilisation des transports en commun**

Les Transports en commun (bus, tramway, métro, train) sont devenus aujourd'hui une solution incontournable, peu polluant, pas encombrant et sont déployés dans presque toutes les villes du monde.

Prioriser les transports collectifs serait bon non seulement pour l'économie, pour la qualité de l'air et l'environnement, elle contribuerait à améliorer la santé publique et paradoxalement, elle profiterait à tous les automobilistes qui n'ont pas d'alternatives, grâce à une fluidité retrouvée sur les routes (figure 0.4).

#### **Nombre de véhicules nécessaires pour transporter 30 personnes**

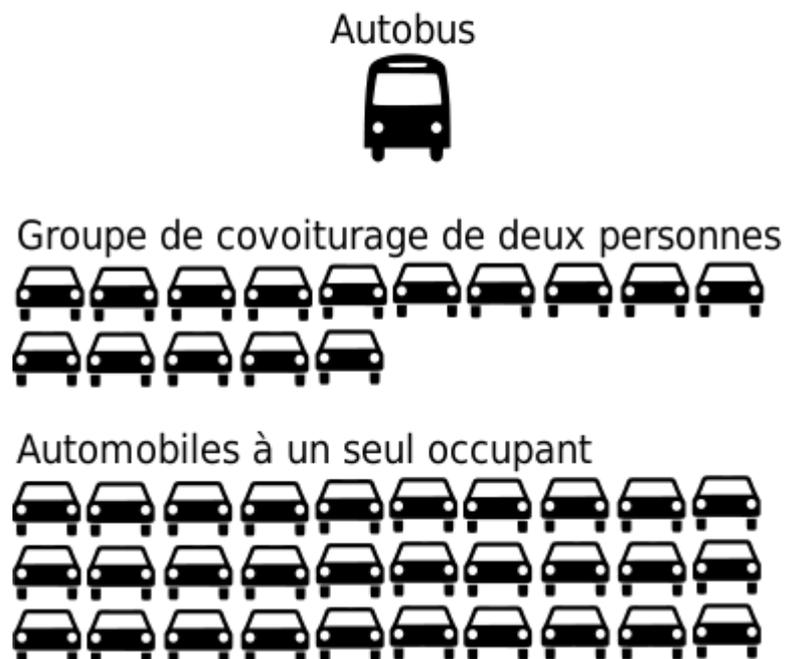


Figure 0.4: Nombre de véhicule nécessaire pour transporter 30 personnes

### III.3. Gestion intelligente du trafic :

La gestion du trafic routier s'inscrit dans le domaine des systèmes de transport intelligents (STI) (en anglais *Intelligent Transportation Systems (ITS)*) désignent les applications des nouvelles technologies de l'information et de la communication au domaine des transports. On les dit "Intelligents" parce que leur développement repose sur des fonctions généralement associées à l'intelligence : capacités sensorielles, mémoire, communication, traitement de l'information et comportement adaptatif. On trouve les STI dans plusieurs champs d'activité : dans l'optimisation de l'utilisation des infrastructures de transport, dans l'amélioration de la sécurité (notamment de la sécurité routière) et de la sûreté ainsi que dans le développement des services. L'utilisation des STI s'intègre aussi dans un contexte de développement durable : ces nouveaux systèmes concourent à la maîtrise de la mobilité en favorisant entre autres le report de la voiture vers des modes plus respectueux de l'environnement. Ils font l'objet d'une compétition économique serrée au niveau mondial [6].

Ainsi, les STI visent à proposer des outils et modèles afin de gérer les aléas du trafic routier, ceci par le biais ou non d'équipements réactifs dits dynamiques. L'application de tels systèmes va avoir de multiples objectifs.

En premier lieu, ces derniers sont majoritairement conçus pour fluidifier et gérer le trafic routier, notamment au niveau des intersections où ils peuvent directement agir sur les feux de circulation, également au niveau de la politique de stationnement, de l'information de l'utilisateur à tout niveau, et de l'utilisation de stratégies particulières afin de gérer les situations de danger. En second lieu, ces systèmes vont agir de manière plus ou moins directe sur des enjeux modernes tels que la pollution, en réduisant l'émission de gaz à effet de serre (conséquence d'une régulation cohérente du trafic). L'étendue des STI est immense, et se divise globalement en deux catégories dans la littérature : d'une part, ceux dont la contribution fait pleinement partie du domaine, et d'autre part, ceux qui y contribuent sans pour autant y faire référence : modèles purement

théoriques, systèmes multi-agents, publications tantôt basées sur l'aspect matériel d'une technologie, tantôt sur les communications existantes.

En résumé, dans le transport, comme dans la plupart des secteurs d'activités, l'innovation technologique constitue un facteur déterminant de développement. Parmi les différentes technologies disponibles, les STI révolutionnent le fonctionnement des divers modes de transport. Leur impact global se traduit par l'amélioration de l'efficacité du transport.

# Introduction générale



## Introduction générale

Les différentes activités qui rythment notre quotidien sont directement liées aux déplacements ainsi qu'à la mobilité des personnes. On comprend vite alors, que le logement, le travail, l'école,... génèrent des déplacements et nécessitent une mobilité plus ou moins grande en fonction de leurs lieux d'implantation respectifs : on se déplace de plus en plus, pour des motifs de plus en plus diversifiés et en utilisant plusieurs modes de transport.

Un grand nombre de personnes est amené à se déplacer en utilisant les réseaux de transport urbain, Notamment les transports en commun qui font aujourd'hui l'objet de développement de plus en plus poussés en raison de leurs qualités de transports de masse, peu polluants et des indéniables avantages qu'ils procurent : diminution de l'encombrement automobile des villes, couts de transport plus abordables face au prix croissant du carburant automobile et aux tarifs élevées des vols aériens, et gain en terme de temps de transport. Ils évoluent en particulier, pour assurer les performances de rapidité, pour faire face aux problèmes d'investissement et de congestion, et pour garantir la qualité de service attendue par les usagers (confort, informations en temps réel, ..) dont le flux ne cesse de croitre.

Ainsi la capacité des transports en commun augmente, et la gestion et l'exploitation de ses lignes tendent à être optimisées ou renouvelées par l'emploi de nouvelles installations automatiques de contrôle-commande et de communication. De nombreuses recherches veillent à l'amélioration de la qualité de service de ce dernier, que ce soit en terme de sécurité, de confort, de vitesse, de rapidité mais aussi de régularité et de ponctualité, Et encore à la qualité de l'information diffusée aux voyageurs en situation normale comme en situation dégradée ou perturbée.

Les concepteurs font recours massivement aux technologies innovantes pour répondre a ces besoins et par la même occasion pour répondre aux contraintes économiques et aux contraintes d'interopérabilité liées à la mondialisation.

En général, une ligne d'un réseau de transport comporte quatre types d'arrêts : les arrêts simples, les arrêts de régulation, les terminus et les nœuds de correspondance. Il serait d'un grand intérêt d'avoir un système d'aide qui facilitera la gestion de ces arrêts en proposant un ensemble de décisions pertinentes.

C'est dans ce cadre que nos travaux de recherches sont menés afin de traiter les problèmes de la gestion d'une ligne de bus. Une bonne gestion assure l'amélioration de la qualité de déplacement des voyageurs dans un réseau de transport urbain.

Nous avons voulu à travers ce mémoire réaliser un gestionnaire d'un réseau de bus. Ce gestionnaire vise à assister les régulateurs dans la gestion d'un réseau de transport urbain. Son travail consiste particulièrement à trouver, au regard des aléas de trafics, les bonnes conditions pour que les bus puissent conserver leurs vitesses commerciales entre les différents arrêts tout au long de la journée. L'objectif de ce projet est de simuler une régulation sur un réseau de transport face à des perturbations de circulation.

Le premier chapitre présente les avancées des systèmes de transports intelligents (STI), ainsi que les différentes technologies qui ont permis au STI de voir le jour.

Le deuxième chapitre présente les réseaux WAN sur lesquelles s'appuient les technologies STI, du réseau GSM en passant par le DSRC jusqu'aux réseaux VANET.

Le troisième chapitre traite la gestion des priorités des bus, quels sont les techniques développées par la communauté scientifique, ainsi que quelques exemples de ces technologies déployées dans le monde.

Pour entreprendre l'évaluation des problèmes et la modélisation du système de gestion des transports, le quatrième chapitre propose une approche d'analyse des problèmes de transport dans la wilaya de Tlemcen et quels sont les actions à entreprendre pour une ville connectée.

Dans le quatrième chapitre, la conception d'un système de transport dédié aux autobus de la wilaya de Tlemcen sera présentée en détail afin de valider notre approche. Les hypothèses et les obstacles décrites dans le chapitre précédent sont ensuite testées par le biais d'une maquette logicielle développée pour cette étude et qui permet non seulement une auto gestion des bus dans une ligne mais aussi la simulation de l'évolution dynamique de ces derniers. Les résultats sont ensuite présentés et leur pertinence est discutée.

# Chapitre I

## Systèmes de transport intelligents

---

### Sommaire

1. Introduction
2. Développement des STI
3. Les technologies utilisées dans les STI
4. Les applications des STI
5. Conclusion



## **I. Introduction :**

Les systèmes de transport intelligents (STI) sont les nouvelles technologies appliquées aux réseaux de transport pour en améliorer la gestion et l'exploitation, aussi bien que les services aux utilisateurs.

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 et les paiements électroniques.

Même si les applications télématiques sont utilisées d'ores et déjà dans le transport aérien et maritime pour la sécurité entre autres, lorsque l'on parle de STI, le premier champ d'application visé est la route. Ainsi les STI se fixent comme buts : la sécurité, les gains économiques, la diminution de pertes d'heures productives...

## **II. le développement des STI :**

Le monde de la recherche a commencé à se mobiliser autour des années 1960 pour lutter contre les effets néfastes des congestions. En effet, la congestion globale des infrastructures de transport représente un coût socio-économique important en termes de pollution de l'air, de consommation de carburant et donc d'émissions de gaz à effet de serre (GES) ainsi que de temps perdu par les usagers dans les transports. Elle a été en constante augmentation dans le monde, résultat de l'accroissement de l'urbanisation, de la croissance démographique et surtout du nombre d'automobiles qui a permis le phénomène dit de urbanisation, principalement dans les pays développés. On peut distinguer 4 grandes périodes dans le développement des STI [7]:

- Années 1960-1970 : les prémices
- Années 1980-1995 : investissement dans l'information routière embarquée
- Années 1995-2000 : interopérabilité, billettique et autoroute automatisée
- Années 2000-2005 : mobilité durable, multi modalité et sécurité routière.

### **III. Les technologies des transports intelligents :**

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 vidéosurveillance aux applications plus avancées qui intègrent des données en temps-réel avec retour 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 STI sont décrites dans les sections qui suivent.

#### **III.1 Communication sans fil :**

Diverses technologies de communication sans fil sont proposées pour les systèmes de transport intelligent. Des communications à courte portée (protocole IEEE 802.11 ; DRSC) et des communications à plus longue portée (WIMAX ; GSM ;...).

Nous présentons une description détaillée des différentes technologies dans le chapitre II.

#### **III.2 Systèmes embarqués et le bus CAN :**

Le secteur automobile est devenu aujourd'hui l'un des principaux consommateurs de composants électroniques. Cartes, processeurs et microcontrôleurs envahissent peu à peu le véhicule et s'implantent dans son châssis, sa carrosserie, contrôlent et gèrent sa motorisation, ou prennent une part de plus en plus grande dans la sécurité, l'information du conducteur ou le bien-être de ses passagers.

Les normes en matière de pollution et de consommation d'énergie obligent les constructeurs à multiplier les capteurs et actionneurs intelligents dans leurs

véhicules accélérant ce processus de multiplication des câbles et connexion. Le bus CAN est apparu faisant face à ce problème, il a été normalisé à partir de 1983.

Le bus CAN (*Control Area Network*) est un moyen de communication série qui supporte des systèmes embarqués temps réel avec un haut niveau de fiabilité. Ses domaines d'application s'étendent des réseaux moyens débits aux réseaux de multiplexages faibles coûts [8].

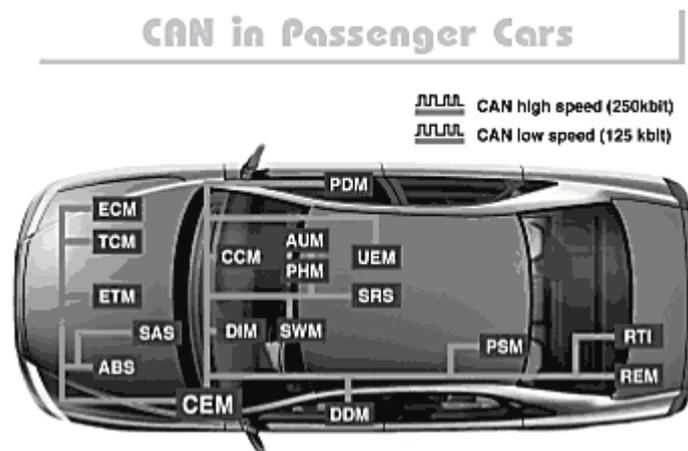


Figure 1.5 : Quelques composants CAN

### III.3 Technologies de localisation :

La localisation des voyageurs, des marchandises et des véhicules sont des informations cruciales pour permettre le développement d'une mobilité plus intelligente, mieux optimisée et plus respectueuse de l'environnement.

Les services et technologies permettant de connaître et d'exploiter ces informations se développent très rapidement, avec comme ambition de faciliter l'accès aux positions géographiques en tous lieux, à tout moment, ce que les spécialistes nomment le *géopositionnement* ou la *géolocalisation*.

#### III.3.1 GPS :

Dans les années 1970 le « Department of Defense » des États-Unis met en place ce qui deviendra le système GPS. Ce système visait à obtenir la position d'un mobile terrestre à partir d'émission radio en provenance d'un satellite. Dans un premier temps, il était réservé aux militaires qui envisageaient d'en crypter les

émissions, celui-ci sera ouvert à une utilisation civile sous la pression du marché (plusieurs milliards de dollars par an).

Le système GPS comprend au moins 24 satellites artificiels minimum orbitant à  $\pm 20000$  km d'altitude. Le principe de fonctionnement très proche du principe de triangulation ; la vitesse de transmission des signaux émis par les satellites est équivalente à la vitesse de la lumière [9].

On mesure la distance entre l'utilisateur et un certain nombre de satellite de positions connues grâce au temps qu'a mis chaque signal à parvenir jusqu'à votre GPS.

Le récepteur GPS est capable d'identifier le satellite qu'il utilise à l'aide d'un identifiant propre à chaque satellite. Il charge à l'aide de ce signal l'heure atomique, l'éphéméride (les informations sur l'orbite et la position du satellite) et l'almanach (date des mises à jour et validité des informations)

Le téléchargement de ces informations prend 18 secondes dans des conditions optimales (dans une plaine, ciel dégagé, à l'arrêt). Pour mesurer la distance qui sépare le satellite du GPS, on mesure le temps T mis par le signal d'aller de l'un à l'autre. Pour définir la position de l'utilisateur, il faut avoir reçu les informations des 3 satellites minimum. Un 4<sup>ème</sup> permet d'obtenir une position.

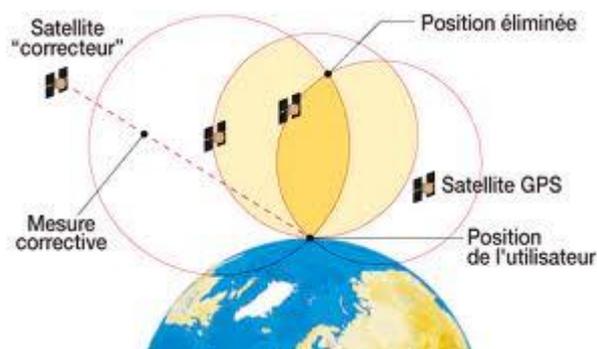


Figure I.6: Le système GPS

### III.3.2 Galileo :

Le 10 février 1999, la Commission européenne a rendu public le projet Galileo. Ce système, développé en collaboration avec l'Agence spatiale européenne (ESA) (accord du 26 mai 2003), est basé sur une constellation de 30 satellites qui

couvriront la totalité du globe, avec un réseau de stations de contrôle au sol [10].

Contrairement aux systèmes américains et russes, financés et contrôlés par des autorités militaires, le système de radionavigation Galileo a été conçu pour un usage civil uniquement, notamment dans les : transports (contrôle des réseaux routiers et ferroviaires, suivi des marchandises....). Il sera disponible gratuitement pour le grand public début 2014 d'après la commission européenne.

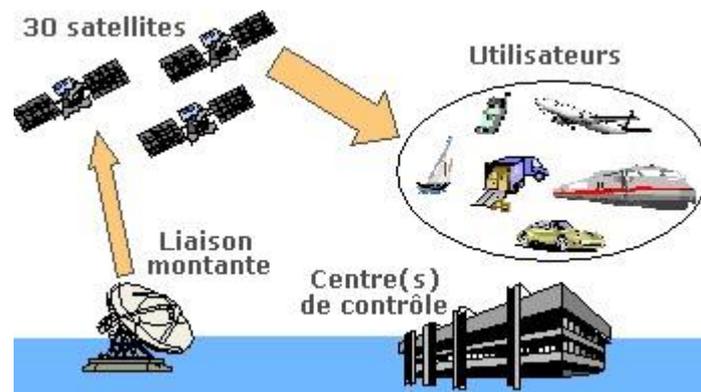


Figure I.7: Architecture Galileo

### **III.3.3 La téléphonie mobile :**

En admettant que les voitures contiennent au moins un ou plusieurs téléphones mobiles ou cellulaires (Ce qui est largement vérifié en Algérie avec plus de 34 millions d'abonnés [11]) les téléphones 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 (de l'ordre de 300m), 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.

### **III.4 Les technologies de capteurs :**

L'électronique est indispensable pour contrôler, gérer, améliorer, voire innover, les systèmes embarqués d'un véhicule. Ces systèmes ont recours à des capteurs pour renseigner l'intelligence des systèmes sur l'environnement ; ces capteurs recueillent les données aussi bien en temps réel qu'en temps différé le plus précis et le plus accessible possible.

#### **III.4.1 Les capteurs sans fil :**

Un capteur sans fil est un petit dispositif électronique capable de mesurer une valeur physique environnementale (température, lumière, pression, etc.), et de la communiquer à un centre de contrôle via une station de base. Il est composé de quatre unités de base (figure I.4) [12]:

- L'unité d'acquisition : est généralement composée de deux sous-unités : les capteurs et les convertisseurs analogique-numérique (ADCs). Les capteurs obtiennent des mesures numériques sur les paramètres environnementaux et les transforment en signaux analogiques. Les ADCs convertissent ces signaux analogiques en signaux numériques.
- L'unité de traitement : est composée de deux interfaces : une interface avec l'unité d'acquisition et une autre avec le module de transmission. Elle contrôle les procédures permettant au nœud de collaborer avec les autres nœuds pour réaliser les tâches d'acquisition, et stocke les données collectées.

- Un module de communication (Transceiver) : il est responsable de toutes les communications via un support de communication radio qui relie le nœud au réseau.
- Batterie : alimente les unités citées précédemment.

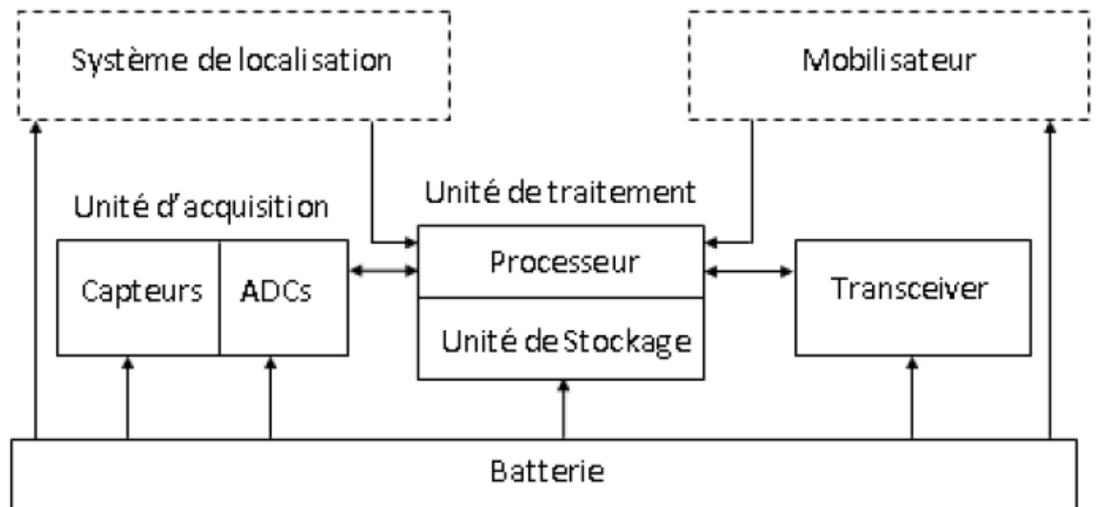


Figure I.4: Les composants d'un nœud de capteur

### **III.4.2 La boucle électromagnétique :**

La boucle électromagnétique est un type de capteur sans fil fixe utilisé notamment pour la gestion du trafic routier dont l'unité d'acquisition utilisée est un magnétomètre, permettant d'enregistrer les variations du champ magnétique terrestre [13]. Comme tous les capteurs, la contrainte énergétique peut facilement être levée, mais certains auteurs conseillent l'utilisation de batteries dont la durée est de 2 ou 3 ans. Dans le cadre des STI, le rôle de tels dispositifs va être de relever des informations sur le trafic routier.

### **III.4.3 Le capteur vidéo :**

Le principe de base est de paramétrer sur l'image de la route des boucles virtuelles dont le comportement sera analogue aux boucles inductives (électromagnétiques) standards. A ceci près que ce n'est plus la masse métallique

qui est détectée mais la présence de groupes de pixels. Afin d'améliorer les performances global du système, d'autres techniques de traitement d'image sont appliquées afin d'éliminer le bruit dans l'image, mais surtout de déterminer les mouvements des groupes de pixels, d'extraire les contours des objets, les reconnaître et les classier via des processus de reconnaissance des formes [14]. D'autres processus de traitement d'image comme l'extraction des ombres ou des halos et faisceau de phare viennent également renforcer la fiabilité de ses systèmes, spécialement pour le recueil de données précis par voie et le calcul de longueur de véhicule.



Figure I.5: Caméra sur les routes

#### **III.4.4 Autres capteurs :**

Bien que les boucles électromagnétiques soient 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.

#### **IV. Exemples d'applications pour transports intelligents :**

##### **IV.1 Les centres d'ingénierie et de gestion du trafic :**

Les réseaux routiers urbains sont gérés par des centres d'ingénierie et de gestion du trafic (CIGT). Le rôle de tels organismes, généralement attachés à une zone géographique bien particulière, est de coordonner au mieux les différents éléments routiers, et de faire face aux situations de la vie de tous les jours (travaux, accidents, gestion du trafic routier et des pics, etc.). Ces systèmes sont

au centre d'une infrastructure urbaine. Les missions des CIGT sont multiples : recueillir les données en provenance directe des routes afin de remplir un rôle de superviseur et d'agir en cas de problème, gérer le trafic en cas d'imprévu, informer les usagers, assurer le suivi des événements et, d'une manière générale, s'assurer du maintien et du bon fonctionnement de l'ensemble des équipements du réseau.



Figure I.6 : Centre de gestion du trafic à Bordeaux

#### **IV.2 Les intersections :**

Le champ d'application des STI en milieu urbain est très large : en premier lieu, ces derniers agissent sur les intersections, en se chargeant d'appliquer une stratégie de changement des feux de circulation. Cette gestion des feux va représenter un aspect essentiel de la fluidité du trafic routier dans une ville.

La figure I.7 montre le modèle de carrefour qui est typiquement utilisé dans la littérature afin de valider un modèle : une intersection composée de quatre directions avec un nombre fixé de voies pour chacune. Ici, les voies pour tourner à gauche sont séparées des voies allant tout droit ou à droite, ces deux derniers mouvements étant confondus. Ce modèle possède l'avantage de pouvoir être adaptable à de nombreuses situations, mais est instinctivement limité de part la distinction des mouvements et voies [13].

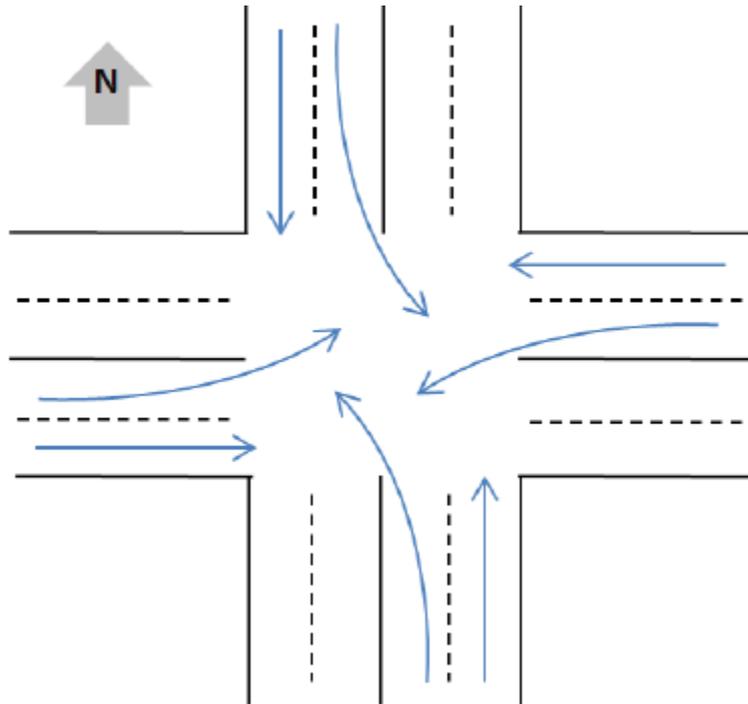


Figure I.7: Modèle de carrefour généralement utilisé dans la littérature

### **IV.3 La sécurité routière :**

La sécurité routière est un thème transversal dans le domaine des transports, elle concerne l'ensemble des connaissances, dispositifs et mesures visant à éviter les accidents de la route ou à en atténuer les conséquences. Les STI peuvent, de ce fait, contribuer directement ou indirectement à la sécurité routière. Ainsi se développent les systèmes de surveillance et d'alerte "bord de voie" qui permettent d'alerter les usagers d'une difficulté de conduite. Il existe également des systèmes embarqués d'aide à la conduite qui sont en capacité de pallier les défaillances du conducteur et de l'aider dans sa tâche de conduite en l'informant ou en réalisant, à sa place, un certain nombre d'opérations visant à une gestion plus optimale du véhicule. D'autres dispositifs permettent de protéger directement les usagers (protection des usagers). Enfin, d'une autre façon, le Contrôle Automatisé participe à la sécurité routière en cherchant à faire respecter la réglementation.

### **IV.4 Le stationnement :**

La gestion du stationnement est également primordiale et a une incidence directe sur la fluidité du trafic : il paraît logique de dire que l'utilisation de la voiture en milieu urbain repose en partie sur le fait de savoir si oui ou non une place est disponible sur le lieu d'arrivée.

Les STI vont aider à prendre des décisions, mais également informer les utilisateurs ou encore contrôler les véhicules [13].

1. Exemple, des détecteurs peuvent être utilisés afin de détecter la présence d'un véhicule sur une place, et calculer sa durée de stationnement. Ceci a été constaté dans la ville d'Amiens en France via des stationnements "minute" : une borne est associée à une place, et dès lors qu'un véhicule s'y gare, un compte à rebours se déclenche pour une durée déterminée. Si cette durée est dépassée, les agents de la voie publique sont automatiquement prévenus.
2. Nous pouvons également citer l'utilisation de panneaux à messages variables (PMV) pour les parkings, systèmes très répandus dans les grandes métropoles qui indiquent le nombre de places disponibles (ceci n'utilisant pas nécessairement des détecteurs, mais étant généralement calculé en fonction des entrées / sorties dans le parking en lui-même).

#### **IV.5 Protection de l'environnement :**

Les systèmes de transport intelligents ont été identifiés par la communauté des spécialistes comme étant des outils susceptibles de réduire la consommation d'énergie, la pollution et les émissions de gaz à effet de serre dus aux déplacements des personnes et des marchandises [7].

Au niveau mondial, des programmes et projets de recherche sont en cours pour travailler sur cette thématique qui, jusqu'à peu, avait été reléguée au deuxième plan, les STI étant principalement utilisés pour réduire les congestions, fiabiliser les temps de parcours ou améliorer la sécurité routière. Les principales initiatives en cours se placent dans le 7ème programme cadre de la commission européenne avec un axe de recherche sur les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) pour une mobilité verte et efficiente [10].

Les systèmes de transport intelligents peuvent concourir à la protection de l'environnement via différentes stratégies qui seront détaillées ci-dessous :

- les stratégies qui ont pour but de modifier la demande de transport
- les stratégies qui ont pour but de mieux utiliser le réseau de transport et d'optimiser les déplacements
- les stratégies qui encouragent les conducteurs à adopter un comportement plus écologique

### **V. conclusion :**

Nous avons présenté dans ce chapitre des généralités sur les systèmes de transport intelligents par l'exposition des développements qu'ont connu les STI, les différentes technologies utilisées que ça soit par les véhicules eux-mêmes ou bien les infrastructures et en fin quelques exemples d'application.

En effet, les STI est un grand défi auquel s'intéresse de nombreux chercheurs mais aussi des constructeurs automobiles qui le traitent dans plusieurs projets

En analysant les technologies utilisées dans les systèmes de transport intelligents, nous avons constaté qu'il existe plusieurs protocoles de communications ; ça sera l'intérêt de notre prochain chapitre qui va introduire une vue de près pour les différents réseaux automobiles qui rendent le véhicule connectée.

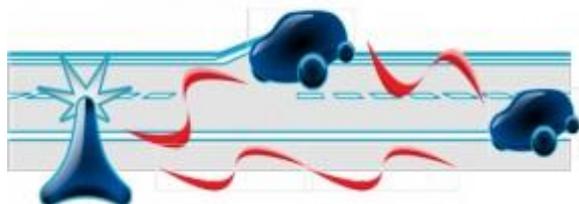
# Chapitre II

## Réseaux WAN et le véhicule communicant

---

### Sommaire

1. Introduction
2. Réseaux GSM
3. Réseaux GPRS
4. Système RFID
5. Réseaux RCSF
6. Réseaux VANET
7. Réseaux DSRC
8. Conclusion



## **I. Introduction :**

Grace à l'avènement du téléphone portable et des nouvelles technologies de l'information et de la communication, le véhicule est entrain de devenir une entité communicante importante dans le paysage de la communication actuel, et qui dans un proche avenir, il dépassera les prouesses des réseaux sociaux, il s'immergera avec délices dans un flux constant de données entrantes et sortantes, il communiquera en temps réel au monde environnant tous les paramètres de sa trajectoire, et à chaque évènement un peu particulier (accidents, travaux, pluie,..) il informera les autres véhicules.

En retour, il traitera, sans même que le conducteur en ait conscience, tout ce que son environnement lui envoie, le véhicule communicant sera aussi un véhicule intelligent pour ne pas surcharger inutilement le conducteur.

Aujourd'hui on assiste à la naissance d'un nouveau type de réseau social qui dans quelques années permettra l'émergence d'une nouvelle mobilité.

Une mobilité sûre : Grace à l'anticipation des obstacles sur la route, à la détection en amont des anomalies de tous ordres et à la fin grâce aux algorithmes qui empêcheront à deux véhicules de se trouver au même endroit au même moment.

Une mobilité fluide : chaque véhicule agissant comme capteur connaîtra avec précision la situation du trafic en tous lieux à tout moment, ce qui donnera lieu à de fascinants exercices d'optimisation individuelle et collective.

Avec le développement fulgurant des applications mobiles, boosté par l'avènement du Smartphone et des boutiques en ligne (Apple Store et AndroidMarket pour ne pas les citer), l'industrie automobile, toujours en quête d'innovation, est devenue la nouvelle cible pour les sociétés de développement d'applications.

De nos jours, plusieurs constructeurs automobiles se sont déjà penchés sur des axes de développement autour de la voiture connectée. Cela se traduit par la

présence de systèmes multimédia intelligents sur les nouveaux modèles, mais aussi sur les Concept-cars, véritable vitrine technologique.

Diverses technologies de communication sans fil sont proposées pour les systèmes de transport intelligent. Des communications à courte portée (moins de 350 mètres) peuvent être réalisées à l'aide de protocoles IEEE 802.11 ou par DSRC (*Dedicated Short Range Communications standard*, un protocole dédié aux communications à courte portée pour usage automobile). Théoriquement, la portée de ces protocoles peut être étendue en utilisant des réseaux mobiles ad hoc ou des réseaux à mailles.

Des communications à plus longue portée ont été proposées en utilisant l'infrastructure de réseaux tels que le WiMAX (IEEE 802.16), le GSM, Global System for Mobile Communications ou la 3G. Les communications à longue portée utilisant ces méthodes sont des technologies déjà bien établies mais à la différence des protocoles à courte portée, elles nécessitent le déploiement d'une infrastructure très extensive et coûteuse. Dans cette partie nous détaillerons chaque technologie.

## **II. Réseaux GSM:**

La technologie GSM est intégrée dans les véhicules pour permettre aux automobilistes de recevoir, grâce à un écran situé sur le tableau de bord, des informations sur la circulation routière, les itinéraires ou les hôtels-restaurants. Dans cette section, nous allons présenter le réseau GSM, son architecture, sa gamme de fréquence ainsi que ses services.

Le GSM (Global Systems for mobiles) définit un standard pour les communications mobiles dans la gamme des 900 MHz. Il utilise la technologie numérique [15].

A l'instar de tous les réseaux mobiles, GSM utilise une structure cellulaire, l'idée de base est de partitionner la gamme de fréquences disponibles, à affecter seulement une partie de ce spectre de fréquence à toute station de base et de réduire la portée d'une station de base dans le but de réutiliser les fréquences rares autant que possible[15].

L'un des principaux objectifs de la planification cellulaire est de réduire les interférences entre les différentes stations de base.

## II.1 Architecture du réseau GSM :

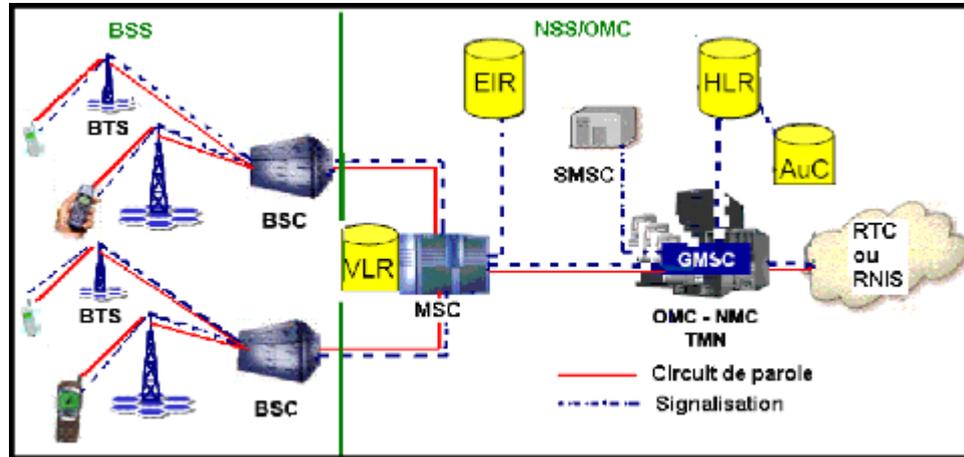


Figure II.8: Architecture réseau GSM

Un réseau de Téléphonie mobile se compose de plusieurs éléments : la station mobile MS contenant la carte SIM, la station de base (BTS), le contrôleur de la station de base (BSC), l'unité de transcodage (TRAU), le centre de commutation des services mobiles (MSC), le home location Register (HLR), le registre local des visiteurs (VLR). Cet ensemble forme un réseau public mobile terrestre (PLMN).

### II.1.1 La station mobile MS :

Le téléphone GSM ou station mobile muni d'une carte SIM, permet la modulation et la démodulation des signaux émis par la BTS, le calcul de la puissance afin de demander ou non un handover et la conversion de la voix en signal numérique à travers le Micro et HP, il est caractérisé par deux identités [16] :

- IMEI : International Mobile Equipment Identity : chaque téléphone a son propre IMEI, il est enregistré dans la mémoire du téléphone lors de sa fabrication.
- IMSI (International mobile subscriber Identity) est enregistré dans la carte SIM (subscriber identity module) de l'abonné, une fois l'abonné authentifié, le PLMN lui attribue un autre numéro TMSI qui est temporaire afin de sécuriser l'IMSI.

### **II.1.2 Le sous système radio :**

Le système de communication radio est l'équipement qui assure la couverture de la cellule et comprend [16]:

#### **II.1.2.1 Les stations de transmissions de base BTS (Base Tranceiver station) :**

Constitué de plusieurs Tranceiver dit TRX, qui permettent d'empaqueter la voix dans des paquets et les transmettre a travers un lien de transmission Micro Wave dans la majorité des cas, un BTS permet aussi la sectorisation de la zone en cellule. Il existe plusieurs types de BTS et qui varient selon l'étendue de la couverture, comme les micros BTS qui sont généralement installé dans les zones urbaines et qui ont une faible portée.

#### **II.1.2.2 Le contrôleur de stations de base BSC :**

Un BSC gère entre 20 et 30 BTS et possède son registre d'abonnées visiteurs dit VLR stockant les informations de l'abonnée liées a sa mobilité.

### **II.1.3 Sous système réseau :**

Il assure principalement les fonctions de commutation et de routage. C'est donc lui qui permet l'accès au réseau public RTCP ou RNIS. En plus des fonctions indispensables de commutation, on y trouve les fonctions de gestion de la mobilité, de la sécurité et de la confidentialité qui sont implantées dans la norme GSM. Il est composé de [15] :

#### **II.1.3.1 Le commutateur de services mobiles (MSC) :**

C'est un autocommutateur qui assure les fonctions de commutation nécessaires en aiguillant les conversations vers la MSC du correspondant de l'abonnée liées à sa mobilité, il est considéré comme l'organe sensible et intelligent d'un réseau GSM, il joue aussi le rôle de Gateway avec les autres opérateurs mobiles et fixes.

### **II.1.3.2 Les bases de données :**

Le MSC est généralement relié à des bases de données assurant des fonctions complémentaires. Elles ont une fonction clef et sont la partie la plus sensible et donc la mieux protégée du réseau. Deux bases de données gèrent les données utilisateurs [16]:

#### **II.1.3.2.1 HLR (Home local Register):**

C'est une base de données utilisée pour la gestion des abonnés mobiles et contenant deux types d'informations :

- Les informations d'abonnées, le numéro d'abonné IMSI
- Les informations sur la localisation de l'abonné, permettant aux appels entrants dans le réseau d'être acheminés jusqu'à ce mobile.

#### **II.1.3.2.2 VLR( Visistor Location Rgister) :**

Le registre des abonnés visiteurs : il s'agit d'une base de données contenant des informations sur les abonnés présents dans une certaine zone géographique. Ces informations sont une copie de l'original conservé dans le HLR. Le VLR rapatrie les données sur un nouvel utilisateur à partir du HLR correspondant à sa zone d'abonnement, vient se rajouter l'identité temporaire TMSI. Le VLR a une information de localisation plus précise que le HLR. Les données sont conservées pendant tous le temps de sa présence dans la zone et sont supprimées lorsqu'il la quitte ou après une longue période d'inactivité (terminal éteint)

Deux autres bases de données sont chargées de contrôler la validité de la connexion au réseau : AUC (Authentication Center) il est chargé de vérifier l'identité des utilisateurs, et EIR (Equipment Identity Register) il s'agit d'une base de données répertoriant les terminaux mobiles.

### **II.1.4 Sous système opérationnel :**

Il assure la gestion et la supervision du réseau. C'est la fonction dont l'implémentation est laissée avec le plus de liberté dans la norme GSM.

## II.2 Les fréquences utilisées dans le réseau GSM :

Dans les systèmes GSM/DCS, deux bandes de fréquences sont utilisées, l'une autour de 900 MHz et l'autre autour des 1800 MHz

Chaque bande est divisée en deux sous-bandes, une dite « Up-Link » servant pour les communications entre MS et BTS (voie montante) et l'autre dite « Down-Link » pour la liaison entre la station de base et le mobile (voie descendante) [17].

- Up-Link : 880-915
- Down-Link : 925-960

Vu que les écarts entre les deux fréquences est de 45 MHz et que la largeur totale de la bande est de 35 MHz, il peut y avoir 174 canaux espacés de 200 KHz.

Chaque porteuse GSM est identifiée de manière unique par un numéro  $n$ , désigné par le sigle ARFCN, codé sur 10 bits.

## II.3 Le protocole SMS

Le protocole Short Message Service - Point to Point (SMS-PP) est défini dans la norme de téléphonie mobile GSM 03.40. Il est à distinguer du GSM 03.41 définissant le *Short Message Service - CellBroadcast* (SMS-CB) qui permet de diffuser des messages (publicitaires, informations publiques, etc.) à tous les utilisateurs de mobiles d'une zone géographique donnée [15].

Chaque message est envoyé via un mécanisme Store and forward à un centre SMS (SMSC), qui essaie de le transmettre au destinataire. Si ce dernier n'est pas joignable, le centre stocke le message pour le retransmettre, en plusieurs tentatives si nécessaire. Deux opérations sont disponibles : le Mobile Terminated (MT), pour les messages envoyés à un terminal mobile, et le Mobile Originating (MO), pour ceux qui sont envoyés depuis un terminal mobile. La livraison du message étant basée sur la politique de best effort, il n'y a donc aucune garantie qu'un message soit effectivement délivré à son destinataire. Des délais ou une perte complète d'un message n'est pas exceptionnelle, particulièrement lorsque le message doit traverser des réseaux. L'expéditeur peut demander un accusé de

réception de son message mais si les envois fructueux sont bien rapportés, les notifications d'échec ne peuvent pas être garanties.

La transmission de SMS entre le centre et l'appareil mobile peut être faite à travers différents protocoles tel que le SS7 dans le cadre du protocole standard GSM MAP, ou encore par TCP/IP avec le même standard. Les messages sont envoyés avec l'opération MAP supplémentaire *forward\_short\_message*, dont la longueur de charge utile (en jargon technique, « *payload* ») est limitée par les contraintes du protocole de signalisation à savoir 140 octets (140 octets équivalent à  $140 \times 8 \text{ bits} = 1120 \text{ bits}$ ). En pratique, cela se traduit soit par 160 caractères en encodage sur 7 bits, soit par 140 caractères en encodage sur 8 bits, soit encore par 70 caractères en encodage sur 16 bits. Des jeux de caractères comme l'arabe, le chinois, le coréen, le japonais ou les langues slaves (tel que le russe) doivent être encodées en utilisant UCS-2, dont le gain est de 2 octets. À cette charge utile viennent s'ajouter les données de routage et autres métadonnées.

Un texte plus long, appelé SMS long ou SMS concaténés, peut être envoyé en le segmentant en plusieurs messages, de manière automatique par l'appareil mobile. Dans ce cas, le message commence par un en-tête utilisateur (UDH) contenant les informations de segmentation. L'UDH faisant partie du *payload*, le nombre de caractères par segment est moindre : 153 en encodage 7 bits, 134 en encodage 8 bits et 67 en encodage 16 bits. C'est le terminal récepteur qui est chargé de réassembler le message, puis de le présenter à l'utilisateur d'un seul tenant. Bien que le standard permette théoriquement jusqu'à 255 segments, en pratique seuls 6 à 8 segments de messages sont possibles, et chaque segment est facturé au prix d'un message individuel. Ces dispositions rendent particulièrement incontournables les options « SMS illimités », dont le prix mensuel est généralement de l'ordre d'une dizaine de très long SMS [16].

### **III. Réseau GPRS :**

La technologie GPRS (General Packet Radio Service) a été définie pour contourner le problème de monopolisation de canal dans la cellule de réseau GSM une fois la communication est établie, y compris pendant le temps d'inactivité de l'utilisateur et par la même pour résoudre le problème de la facturation à la durée, ainsi que de permettre des débits résolument plus importants. Les débits proposés par GPRS sont supérieurs au débit de 9,6 kbit/s offert par GSM pour le transfert de données, ils sont de 50 kbit/s dans le sens descendant en utilisant 4 IT (intervalles de temps) et de 20 Kbits/s dans le sens montant en utilisant 2 IT [18].

#### **III.1 Architecture GPRS :**

Les principaux matériels rajoutés à l'architecture GSM existante sont l'intégration d'une carte PCU (Packet Control Unit) dans l'entité BSC, la fourniture de nouveaux terminaux GPRS aux usagers, l'introduction des nœuds de commutation de paquets GPRS, à savoir SGSN et GGSN, la mise en place d'un Charging Gateway pour la taxation GPRS et d'OMC-G (Operations and Maintenance Centre - GPRS) pour l'exploitation des équipements de réseau GPRS.

L'extension logicielle peut être effectuée efficacement. Dans la majorité des solutions proposées par les constructeurs, il est possible de télécharger de nouveaux logiciels GPRS dans les BTS et les BSC.



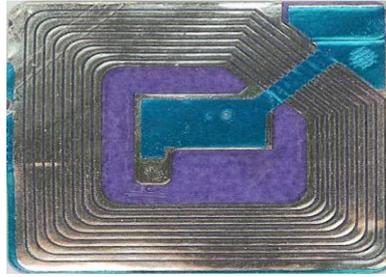


Figure II.3 : Puce RFID

Il existe plusieurs types [19] :

- **Passif** : pas de source d'énergie, émet seulement quand elle est activée, portée limitée, petit et peu coûteux.
- **Semi passif** : batterie intégrée, émet quand interrogé.
- **Actif** : batterie intégrée, peut initier la communication, longue portée, plus coûteux.

#### **V. Réseaux de capteurs sans fil RCSF :**

Le réseau de capteur sans fil (en anglais Wireless Sensors Networks, WSN) est un réseau sans fil composé d'un grand nombre de capteurs qui peut collecter et transmettre des données à propos de l'environnement vers un ou plusieurs points (appelés collecteurs). Chaque capteur peut scanner localement son environnement sauf que ses capacités de calcul et de portée de communication sont limitées [12].

#### **VI. Réseaux VANET :**

Les réseaux ad hoc sont des réseaux sans fil capables de s'organiser sans infrastructure définie préalablement. Les réseaux ad hoc, dans leur configuration mobile, sont connus sous le nom de MANET (pour *Mobile Ad-hoc NETWORKS*).

Chaque entité communique directement avec sa voisine. Pour communiquer avec d'autres entités, il lui est nécessaire de faire passer ses données par d'autres qui se chargeront de les acheminer. Pour cela, il est d'abord primordial que les entités se situent les unes par rapport aux autres, et soient capables de construire des routes entre elles : c'est le rôle du protocole de routage.

Les VANET pour Véhicule Ad-Hoc NETWORKS, un type particulier de réseau mobiles ad-hoc MANET dans lequel les nœuds sont des véhicules en mouvement sur les routes avec des spécificités supplémentaires [20].

### **VII. DSRC :**

DSRC, pour Dedicated Short Range Communications, est « un service de communication de courte à moyenne portée qui supporte des applications de sécurité et d'autres types d'applications dans un environnement de communication route-à-véhicule et inter véhicules ». DSRC se veut un complément de la communication cellulaire en offrant des vitesses de transfert élevées avec un temps de latence minimal dans des circonstances où le délai de transmission est critique. Ce standard est développé par un groupe de travail formé de plusieurs organismes internationaux ainsi que plusieurs compagnies dont GM, Daimler-Chrysler, Motorola, Nissan et Toshiba. Les principaux responsables de son développement sont les comités ASTM et IEEE [21].

### **VIII. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté une description détaillée des différents réseaux de communications utilisés dans les véhicules : des réseaux à longue portée, des réseaux à faible portée, des réseaux avec infrastructure et des réseaux sans infrastructures.

L'interactivité des usagers et des véhicules avec leur environnement est rendu possible aujourd'hui par la disponibilité de ces réseaux et systèmes de communication qui sont accessibles presque partout et à tout moment. Ils le seront encore davantage demain avec de nouvelles technologies de communication permettant l'interaction entre les véhicules entre eux et avec les infrastructures de transport.

# Chapitre III

## Gestion de la priorité des bus

---

### Sommaire

1. Introduction
2. Priorité des bus dans les feux de signalisation
3. Système de gestion du trafic routier dans le monde
4. Exemple de priorité des bus
5. Conclusion



## **I. Introduction :**

Des réseaux de transport en commun sécuritaires, durables et efficaces sont essentiels pour l'économie, l'environnement et la qualité de vie. Bien que l'infrastructure de transport en commun urbaine constitue une responsabilité municipale et provinciale/territoriale partagée, on reconnaît le fait que rendre les transports urbains plus durables et efficaces représente un défi de taille qui exige la coopération de tous les paliers. Par conséquent, les chercheurs ainsi que les régulateurs se focalisent sur une bonne gestion du trafic ; et comme le bus est le moyen de transport routier le plus utilisé on lui a donné la priorité. Des séries de mesures ont suivies comme les barres blindés, les voies réservées aux bus et des installations prioritaires aux feux de circulation.

Dans ce chapitre, nous décrivons les options disponibles pour la priorité aux bus aux feux de circulation donnant des exemples tirés de différentes villes à travers le monde.

## **II. Priorité des bus dans les feux d'intersection :**

### **II.1 Types de priorité**

La priorité des bus dans les intersections est une forme importante de la mesure de priorité des bus dans les zones urbaines. Beaucoup de formes d'options prioritaires pour bus sont disponibles dans les jonctions à feux tricolores et peuvent être regroupés en deux formes, priorité passive et priorité active. La catégorisation dépend principalement des systèmes de détection de présence des bus [22].

#### **II.1.1 Systèmes passifs :**

Les systèmes passifs s'appliquent dans les intersections où les fréquences de signal sont pondérés, ou ré-optimisé, afin de prendre en compte le flux de trafic des bus. Il s'agit d'une forme simple de la priorité aux feux de circulation qui donne plus de temps vert à la route qui a le plus grand flux de bus. Les autres approches partagent la partie restante du cycle le temps. Même si aucune infrastructure n'est nécessaire pour de tels systèmes, il est estimé que ces

installations ne sont pas largement utilisées vu que les avantages qu'ils offrent sont au mieux modestes.

### **II.1.2 Systèmes actifs :**

Dans les systèmes actifs, la priorité de bus est donnée à l'arrivée de chaque bus détecté à l'approche de l'intersection. La plupart des travaux de développement de tels systèmes sont technologiquement avancés et sont efficaces en donnant la priorité à un groupe particulier de bus. Les bus peuvent être prioritaires actifs avec la mise en œuvre des différentes stratégies en fonction des objectifs de la politique et de la disponibilité de l'infrastructure.

## **II.2 Stratégie et gestion des feux de signalisation**

Une variété de systèmes de gestion de la circulation des bus et stratégies de commande des signaux d'intersection sont opérationnels de nos jours dans les différentes villes à travers le monde. Ceux-ci peuvent être regroupés en trois catégories [13] :

### **III.2.1 Systèmes isolés**

Les feux d'intersection contrôlés et exploités de façon indépendante sont aussi appelés les jonctions isolées. Cette forme de contrôle est utilisée lorsque le trafic dans une intersection donnée n'est pas affecté par les signaux de l'intersection voisine. Ces systèmes peuvent être liés à un centre de contrôle pour la maintenance et est souvent utilisé dans les banlieues ainsi que les zones rurales où la densité des feux de circulation est inférieure à celle des villes.

### **III.2.2 Systèmes à temps fixe :**

Avec ces systèmes les fréquences des signaux « Plan » sont calculés hors ligne (à base d'historique basée sur les données de trafic mesurées) afin de générer des plans optimaux qui varient généralement selon les heures de pointe et les jours des semaines.

### III.2.3 Systèmes à base de détecteurs :

Ce système est basé sur des détecteurs de trafic installés sur les approches des intersections pour détecter les véhicules (loop detector), le plan de signalisation est alloué par le système selon le trafic détecté. Grâce à sa capacité d'information du trafic en temps réel, cette méthode est la forme la plus commune et la plus utilisés des systèmes de control des feux d'intersection.

### II.3 Algorithmes de gestion des feux

L'utilisation de la théorie des files d'attente est une approche venant en tête naturellement lorsqu'il s'agit de modéliser les queues présentes aux intersections. Les auteurs de [23] abordent par exemple son utilisation, qui permet d'obtenir à partir des données recueillies des capteurs la taille moyenne d'une queue sur une voie et en conséquence le temps de feu vert noté TG, décrit comme étant  $TG = \min[(Ts+Tmax),(Ts-Tmax)]$  avec Tmax le temps de feu maximum autorisé, Ts le temps de service nécessaire à vider les queues présentes, c'est un temps variable.

### II.4 Contrôle dynamique par l'infrastructure :

La gestion des feux de circulation est un problème qui a commencé à être étudié au début des années 1970, avec l'apparition progressive de systèmes de gestion centralisés, en charge des carrefours d'une zone géographique donnée. Au fil des années, ces systèmes se sont diversifiés, et ont connu trois générations de contrôle. Aujourd'hui, ces générations peuvent être utilisées chacune en fonction des moyens mis en place sur l'infrastructure, et de la connaissance de cette dernière :

#### II.4.1 Première génération - contrôle à temps fixe :

En fonction de l'heure et parfois du jour, le système va utiliser un plan de feux prédéfini. Exemple : une configuration stricte est appliquée de 12h30 à 14h, tandis qu'une plus souple et équitable pour l'ensemble des voies d'un carrefour

est appliquée à 3h du matin. Classiquement, trois configurations existent : matin, après-midi, et "reste" [22]. Nous pouvons imaginer quelque chose de plus complet prenant en compte des plans spécifiques aux heures de pointe.

#### II.4.2 Deuxième génération - contrôle à temps dynamique :

Des détecteurs sont utilisés afin de recueillir les données du trafic toutes les X minutes. Ces données peuvent être utilisées afin d'optimiser ou mettre en place un plan de feu. Par exemple, une fois les phases déterminées, l'un des enjeux va être de définir un temps de feu vert pour chacune d'entre elles : ce dernier est généralement constitué d'une valeur minimale et maximale, afin de ne pas provoquer des arrêts intempestifs ou d'engendrer un cycle trop long. Le feu vert minimum suffit uniquement si pendant son temps d'exécution, aucun nouveau véhicule ne franchit un détecteur. Si un nouveau véhicule passe, un temps est ajouté pour ce véhicule, l'opération répétée éventuellement jusqu'au feu vert maximum.

#### II.4.3 Troisième génération - contrôle à temps réel :

Elle reprend le même principe que la deuxième génération mais cette fois-ci en temps réel.

Notons que les deux dernières générations, qui introduisent un caractère dynamique au système, peuvent être chacune décomposées en deux types [23]:

- **Contrôle réactif** : en fonction des données recueillies sur le terrain périodiquement (plusieurs minutes ou cycles), le système met en place une nouvelle configuration en réponse aux informations reçues. Cette méthode est le premier niveau de dynamique, et est simple à mettre en place, mais nécessite toutefois une très bonne connaissance du système afin d'être efficace. C'est également la première méthode à être apparue aux Etats-Unis à la fin des années 1980 avec l'apparition des UTCS (Urbantraffic control software).
- **Contrôle adaptatif** : ce type de contrôle va programmer dynamiquement les plans de feux en se servant des paramètres recueillis sur le terrain, ceci

en calculant des valeurs telles que le temps de cycle, des phases ou encore leur ordonnancement. L'opération va être effectuée de manière adaptative, c'est à dire en quasi-temps-réel. L'avantage de cette méthode est qu'elle peut s'adapter à de multiples situations, mais reste la plus compliquée à mettre en place (nécessité de cerner les informations à utiliser, comment les utiliser et se baser sur des théories parfois lourdes).

### **III. Les systèmes de gestion du trafic routier dans le monde :**

Les avancées ont été permises grâce à l'introduction de plusieurs solutions novatrices en termes de gestion du trafic routier : au total, ce sont plus d'une vingtaine de projets qui sont nés durant ces trente dernières années [13]. Ici, nous allons essentiellement parler de deux systèmes qui ont retenu toute notre attention. Ces deux derniers ne sont pas nécessairement les plus performants, mais représentent les deux principaux systèmes de gestion du trafic routier utilisés dans le monde.

#### **III.1 SCOOT :**

Citons d'abord SCOOT ([24], Split Cycle Offset Optimization Technique), un système de contrôle à la fois réactif et adaptatif et entièrement centralisé, développé par le TRL (Trafic research laboratory, un centre de recherche anglais sur les transports). Dans ce système, l'ensemble des informations recueillies sur le terrain vont à un centre de gestion, qui s'occupe de traiter les informations et renvoyer des indications directement aux intersections. Les véhicules sont détectés par des dispositifs pouvant être placés à divers endroits sur les voies : au niveau des feux ou à une certaine distance afin de pouvoir mesurer le débit du trafic. SCOOT mesure en permanence le volume de véhicules de chaque côté de l'intersection et change la durée des phases en fonction d'un indice de performance, calculé par rapport au délai d'attente moyen, de la longueur des queues et des arrêts sur le réseau. Ainsi, SCOOT génère des plans de feux en fonction de la demande des utilisateurs (côté adaptatif). En plus de cela, le système utilise des informations en ligne issues de bases de données (historique

ou autres, côté réactif). Notons au passage que SCOOT est l'un des principaux systèmes de contrôle adaptatif déployé mondialement.

### **III.2 SCATS :**

Citons ensuite SCATS ([25], Sydney Coordinated Adaptive Traffic System) qui a été à l'origine développé pour Sydney et d'autres villes Australiennes. Il est pour sa part entièrement adaptatif et utilise une notion de hiérarchie (ce qui forme une certaine distribution sur le réseau) : entre le recueil des données sur le terrain et le centre de contrôle, des contrôleurs intermédiaires sont insérés, permettant d'alléger la charge globale du système et d'avoir un contrôle découpé en plusieurs zones, l'ensemble des acteurs utilisant des communications synchronisées. De manière similaire à SCOOT, ce système ajuste le temps des cycles et autres paramètres en fonction des données recueillies afin de diminuer le délai et les arrêts, mais n'utilise pas la même stratégie : les valeurs recueillies permettent la sélection de plans de feux parmi une large librairie, sur lesquels le système va se baser pour proposer des plans adaptés. De plus, contrairement à SCOOT, les détecteurs sont uniquement placés au niveau des feux de circulation.

## **IV. Exemples de priorités des bus**

### **IV.1 Aalborg, Danemark**

Aalborg est la quatrième plus grande ville du Danemark. La municipalité d'Aalborg a une population de 194149 habitants. Elle est également le centre commercial, culturel et éducatif du nord du Jutland. La priorité des bus aux feux de circulation à Aalborg a commencé dans un projet global appelé JUPITER (mixte Projet urbain à la réduction des transports de l'énergie) en 1993-1996 [13].

Le système couvre les lignes de bus 10 et 11 qui utilisent une partie des routes les plus fréquentés à Aalborg. Le système de positionnement a été basé sur le GPS et la transmission de données utilise un système de radiocommunication entre l'ordinateur de bus et le contrôleur de signal du trafic. Le système de priorité aux

autobus a réduit le délai moyen à un carrefour pour un bus de 5,8 secondes et le temps d'attente d'un bus à 71%.

Entre 2002 & 2006 la municipalité d'Aalborg a réalisé un projet des télématiques des bus subventionné partiellement par le projet Vivaldi de l'UE dans le cadre du programme CIVITAS [26]. Dans ce projet, la municipalité a mis en place un signal de priorité du trafic (TSP) en temps réel, ce système est basé sur l'envoi des informations de localisation automatique des véhicules (LAV ou AVL Automaticvehicle location) installé dans les bus. Dans ce système, tous les bus transmettent la position GPS et l'horodatage à un serveur central via Wi-Fi et/ou GPRS (General Packet Radio Service). Le serveur détient une vue d'ensemble de tous les autobus sur les routes et leur calendrier. Si un bus est en retard, le serveur peut demander la priorité au prochain feu d'intersection sur l'itinéraire, afin d'éviter un retard supplémentaire. Pour demander la priorité du signal pour un bus, le bus doit remplir individuellement des critères, qui sont à l'avance spécifiée par le gestionnaire de trafic de la ligne en question. Lorsque ces critères sont remplis, le serveur transmet une demande de priorité par l'intermédiaire radio sans fil RMT (Land Mobile Radio) aux prochains feux d'intersection sur la route.

Le contrôleur des feux de signalisation reçoit une demande de priorité, à une certaine situation de la circulation, il adapte donc son cycle de signalisation et donne la priorité au bus, puis redevient à son cycle initial après le passage du bus.

L'adaptation peut avoir lieu soit en raccourcissant le temps aux feux rouges ou de prolonger le délai du feu vert pour assurer la liaison avec le bus.

Les critères de demande de priorité comprennent: jour de la semaine, heure de la journée et l'importance de la ligne de bus. Le feu de circulation peut accepter ou rejeter une demande de priorité fondée sur l'état de signalisation et le volume du trafic.

A Aalborg, ces applications dans le transport public sont gérées par un centre de mobilité où le serveur central connecté avec la base de données est l'interface



## **IV.2 Brighton and Hove, UK**

La vitesse dans la majeure partie des routes dans la ville est limitée à 60km/h. Les niveaux de congestion sont généralement élevés avec une forte augmentation surtout durant l'été et pendant les périodes de vacances. La ville dispose d'un réseau complet de bus local géré par un opérateur privé. Les routes sont soit financés par le conseil ou par des services commerciaux. La principale caractéristique de la prestation des services de bus est très réussie et dure depuis longtemps.

La ville de Brighton and Hove se trouve sur la côte sud de l'Angleterre et a une population d'environ 248000 habitants. Le Brighton & Hove City Council est l'organisme responsable pour les installations de transport à l'intérieur de la ville.

Après un Partenariat entre les autorités locales et l'opérateur de gestion et d'exploitation des autobus. Brighton et Hove a adopté la priorité aux autobus basée sur GPS et un système d'information qui informe les passagers en temps réel.

Le système fournit la priorité aux autobus au niveau de 8 intersections contrôlées par le système SCOOT [13].

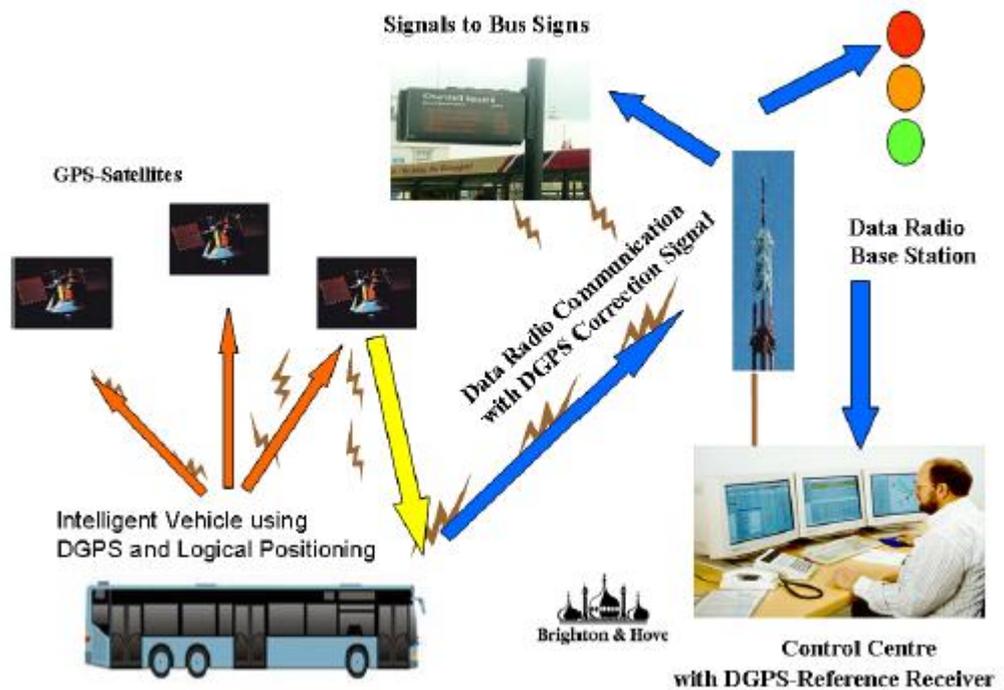


Figure III.11: Système de priorité des bus Brighton

### IV.3 Gênes -Italie

Gênes (650.000 habitants) est une ville portuaire dans le nord de l'Italie. La municipalité est responsable de la gestion des transports publics et privés d'une manière générale. Le système Urban Traffic Control(UTC) à Gênes est connu sous le nom de SIGMA qui repose actuellement sur l'architecture à trois niveaux: centre de contrôle, six contrôleurs de la région et 113 unités multifonctions(UPM) situés aux intersections. Le système AVMBus (surveillance automatique des véhicules) (appelé SIMON), couvre 500 autobus circulant à travers le territoire de la ville de Gênes, il est basé sur: l'équipement GPS(sur Bus) pour calculer en temps réel de positionnement et une liaison radio UHF entre les bus et le bus le centre de contrôle[25]. Le système de priorité aux bus à Gênes a commencé en 1992, il a encore été renforcé dans le cadre de différents projets financés par l'UE tels que EUROSOCPE(1996-1998), urbain – ZENIT et PRISCILLA(1998-2000). Dans ces projets, plus de 84 jonctions ont été équipés pour prioriser les autobus.

## Bus Location and Priority

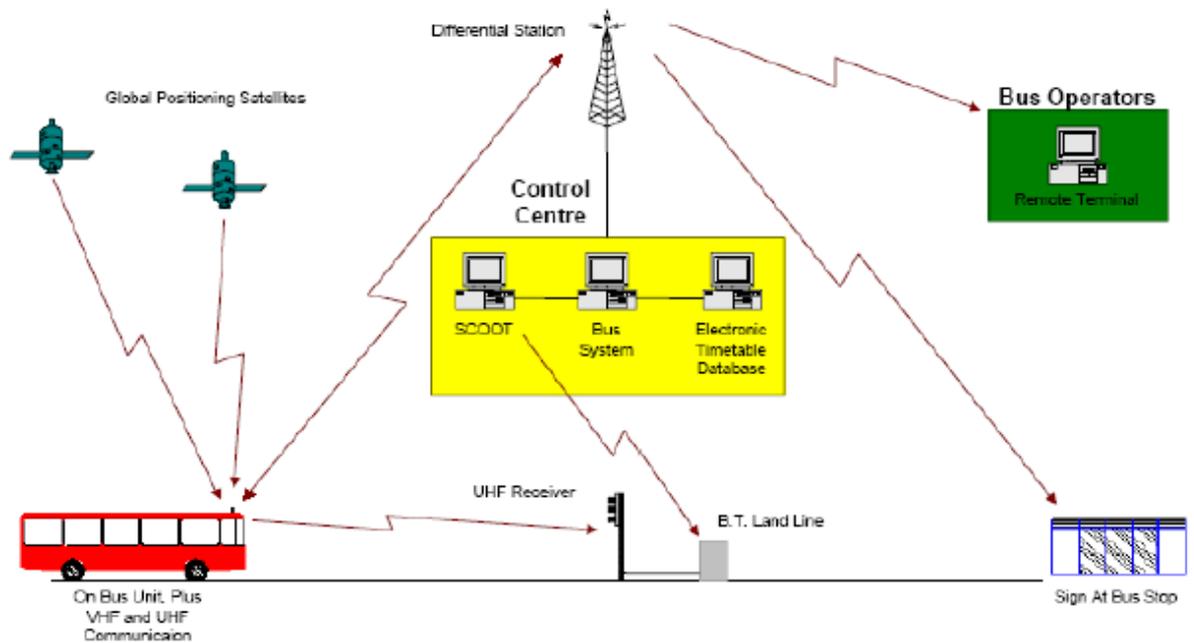


Figure III.12: système de priorité des bus à Gênes en Italie

Le système de priorité aux bus à Gênes se compose des éléments suivants: AVM, UTC et la transmission de données. Le système AVMSIMON surveille tous les bus équipés par une liaison radio continue avec un intervalle d'interrogation de 30 secondes. Sur la base des informations reçues du terrain, le système AVM décide si un bus doit être affecté en priorité et il passe à l'UTC. Une fois un bus arrive à l'intersection, elle donne la priorité sur la base des informations reçues à partir du Centre [25].

### IV.4 Glasgow bus information:

Glasgow est la troisième ville la plus peuplée du Royaume-Uni avec près de 600.000 habitants. La priorité des bus aux feux de circulation à Glasgow est basée sur l'Information de Bus et le système de signalisation (BIAS). Le système représenté à la (figure III.4) comprend principalement: un satellite de positionnement global basé sur Système de localisation (GPS) pour localiser les bus, et un système de contrôle de la circulation urbaine (SCOOT) pour fournir la

priorité aux bus. Le système suit le mouvement de 500 autobus plus de huit lignes de bus principales [13].

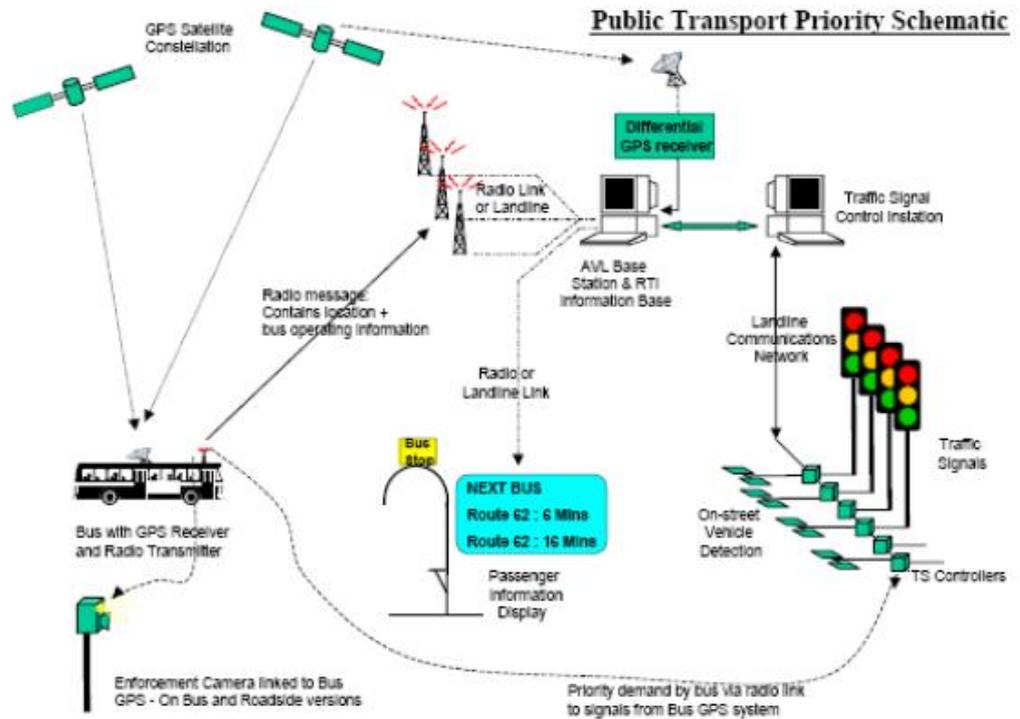


Figure III.13 : système de priorité des bus à Glasgow

### **V.Conclusion :**

Avec l'utilisation croissante des systèmes de localisation automatique des véhicules, la priorité aux autobus pourrait être accordée à tous les bus ou certains des bus en fonction de l'objectif du régime, comme réduire l'ensemble des économies de retard de bus. Cependant, la plupart des systèmes examinés semblent donner la priorité aux autobus. Une telle méthode est meilleure dans l'amélioration de la ponctualité / régularité.

# Chapitre IV

## Application

---

### Sommaire

1. Introduction
2. Cahier de charge
3. Module VCS
4. Schéma synoptique de notre plateforme
5. Delphi 07
6. Les bases de données
7. La technologie Client/Serveur
8. Notre approche
9. Conclusion



## **I. Introduction :**

Les bus sont la forme principale de transport public dans la plupart des villes dans le monde et sont souvent le seul moyen de transport en commun (avec les tramways, dans certains cas). Avec sa capacité de charge importante, un bus permet un usage efficace de l'espace routier limité, et peut donc faire une substantielle contribution à la réduction de la congestion du trafic.

Cependant, les bus sont souvent affectés par la congestion, conduisant à une diminution de la vitesse, une augmentation du temps de déplacement et une irrégularité du service. Gérer la priorité et les déplacements des autobus joue un rôle important pour assurer une meilleure mobilité, fiabiliser la disponibilité des services et éviter la congestion du trafic.

Une série de mesures prioritaires ont été adoptées dans de nombreuses villes, y compris les installations distinctes telles que voies réservées aux autobus et barres blindées et des installations prioritaires aux feux de circulation.

La priorité aux bus aux feux de circulation est la plus pertinente là où les possibilités pour les systèmes distincts ne sont pas disponibles et / ou lorsque il existe de nombreux feux de circulation. Avec des avancées significatives en matière de détection, de communication et de données technologies de traitement de ces dernières années, de nombreuses options sont maintenant disponibles pour cette l'application.

C'est le but que nous allons atteindre dans ce dernier chapitre ou nous présenterons une description détaillé d'une solution adoptée pour répondre aux spécifications de notre cahier de charges et en abordant la conception de chaque partie.

## **II. Cahier des charges :**

Ce projet a pour but la conception et réalisation d'une plateforme de gestion intelligente des systèmes de transport en commun dans la wilaya de Tlemcen, cette plateforme est constituée de deux modules hardware et software, la partie HW (VCS) permet l'envoi des données du véhicule par SMS ou GPRS (N° du bus,

vitesse, position GPS, N° du chauffeur, ID de la ligne, ..) vers un serveur ou est installé le logiciel centralisé qui permet l'optimisation et l'allocation des bus en fonction de la demande des clients dans les arrêts, priorisation des bus dans les feux d'intersection et l'affichage (mise à jour) des informations sur les panneaux dans chaque arrêt.

- ✓ **Contraintes**
- ✓ Récolte des données SMS ou GPRS
- ✓ Interprétation du code
- ✓ Enregistrement dans la base de données
- ✓ Mise à jour des informations sur la MAP.
- ✓ Calcul des distances, du prochain arrêt, des plans de feux des intersections

### **III. Module VCS :**

Le module VCS est une carte électronique qui intègre des fonctions de télécommande et de localisation de véhicules basée sur le réseau GSM, avec la particularité d'offrir un mode de fonctionnement autonome, contrairement aux systèmes existants, aucune restriction n'est faite à l'utilisateur, ceci nous a permis de le reprogrammer pour répondre à une contrainte majeure dans notre projet à savoir le maintien d'une communication « Temps réel » avec les bus pour une meilleure gestion et optimisation de ces derniers dans un milieu urbain qui connaît une forte croissance de mobilité [15].



Figure IV.14: Module de communication VCS

### III.1 Composant électroniques du module VCS :

Cette carte électronique est constituée des composants suivant :

- Un module GPS
- Un module GSM
- Un Microcontrôleur ATmega
- Une mémoire EPROM
- Antenne GSM et GPS.
- Une batterie

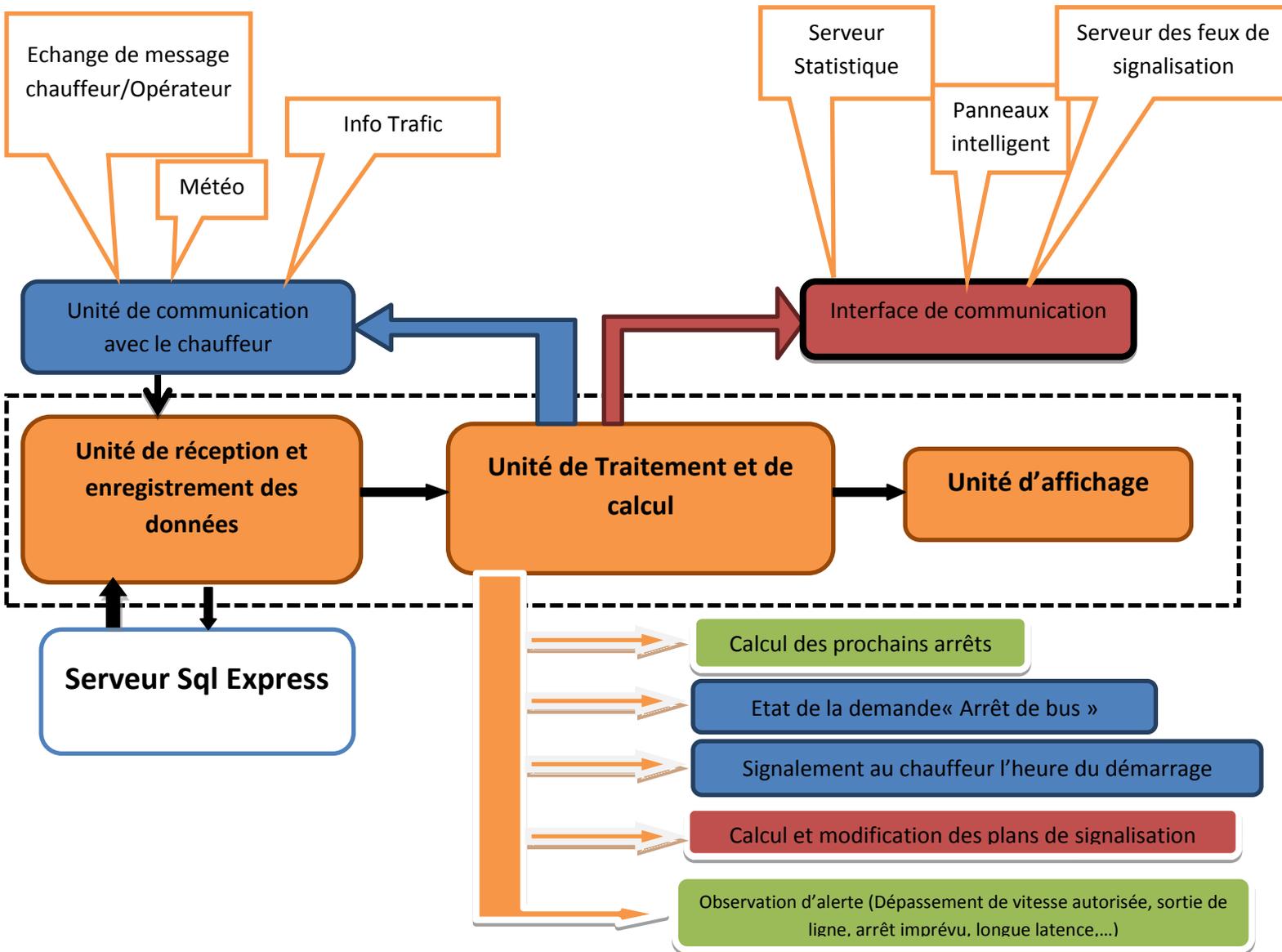
### III.2 Principe de fonctionnement du VCS :

Après avoir configuré le VCS de tel sorte à envoyer la position GPS chaque unité de temps (ex : 1min), le localisateur GPS, prend la position horizontale et verticale du bus et l'en packe dans le SMS. Le microcontrôleur ATmega renvoi ce paquet au module GSM à travers la commande « AT+CNM1=1.1 », ce dernier l'envoi au numéro prédéfini par le microcontrôleur.

### IV. Schéma Synoptique de la plateforme :

Comme l'indique la figure IV.2, notre plateforme « **Bus manager** » est composée de 5 modules dont 3 principaux : une unité de réception et d'enregistrement des données, une unité de traitement et de calcul et une unité d'affichage.

Figure IV.2 : Schéma Synoptique Bus Manager



## **V. Delphi07 :**

Notre application a été développée en utilisant le langage de programmation Delphi 07 qui est un environnement de programmation visuel orienté objet pour le développement rapide de logiciel applicatif. Comme beaucoup de logiciels, Delphi existe en plusieurs versions. Actuellement des versions numérotées de 1 à 5 existent. Ces versions successives du logiciel ont vu de nombreuses améliorations, tant cosmétiques, qu'au niveau du langage. La version la plus élevée est la plus sophistiquée, car elle permet toujours plus de choses.

Delphi 7 est un logiciel de conception d'applications fonctionnant sous Windows. Pour se faire, il utilise deux éléments essentiels [28]:

- ✓ une bibliothèque d'objets et de composant qui s'appelle la VCL (Visual component library, c'est-à-dire Bibliothèque des composants visuels). Cette bibliothèque comporte des composants visuels tels que : bouton, zones de saisie, listes déroulantes, etc., et des composants non visuels tels que les composants liés à la gestion des fichiers
- ✓ un langage de programmation : Le Pascal Objet. Il s'agit d'un ensemble d'extensions orientées objets, issues du pascal standard
- ✓ En autres termes : pascal est un langage de programmation et Delphi est un logiciel destiné à créer des logiciels avec ce langage.

Un projet Delphi est généralement constitué de deux éléments essentiels :

- ✓ une interface : c'est un ensemble de fiches sur lesquelles on positionne des composants qu'on peut déplacer et modifier à souhait. Cette interface est réalisée en utilisant les éléments de la VCL, représentée en partie sous forme d'une Palette des composants dans l'environnement de Delphi
- ✓ un programme : c'est un ensemble d'instructions écrites en Pascal Objet.

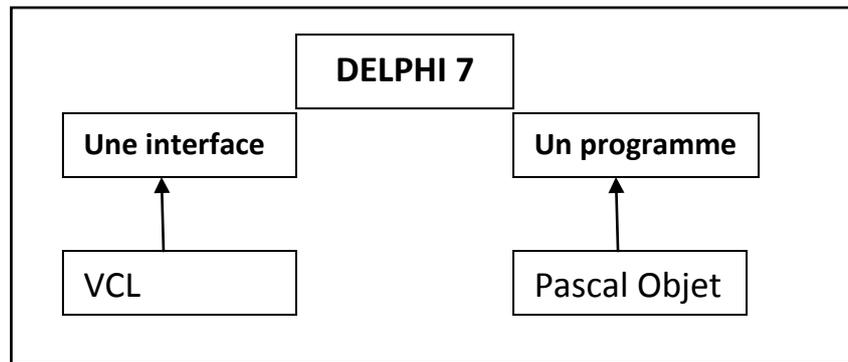


Figure IV.3 : Constitution d'un projet Delphi

### **V.1 Caractéristiques de Delphi 7 :**

- ✓ programmation objet.
- ✓ Outils visuels bidirectionnels.
- ✓ Compilateur produisant du code natif.
- ✓ Traitement complet des exceptions.
- ✓ Possibilité de créer des exécutables et des Dll.
- ✓ Bibliothèque de composants extensibles.
- ✓ Débogueur graphique intégré.

### **V.2 Delphi et les bases de données :**

Parmi les nombreuses fonctionnalités de Delphi et la plus importante est la programmation des bases de données, il permet de créer des applications de bases de données relationnelles, qu'on va présenter par la suite, car il dispose de nombreux composants permettant d'accéder aux bases de données et de les exploiter.

Delphi répartit ces composants selon les mécanismes d'accès aux données qui diffèrent d'une technologie à une autre.

Sur la palette des composants, les composants bases de données sont regroupés dans six pages :

- ✓ la page BDE (Borland Database Engin)

- ✓ la page ADO (ActiveX Data Objects)
- ✓ la page dbExpress
- ✓ la page InterBase
- ✓ la page AccèsBD
- ✓ la page ContrôleBD

Les quatre premières pages représentent les quatre modèles d'accès aux bases de données proposées par Delphi (BDE, ADO, dB Express et InterBase).

- ✓ Le modèle BDE représenté par la page BDE correspond aux composants du moteur d'accès BDE qui constitue une interface fonctionnelle API qui permet de travailler avec les bases de données. le mécanisme d'accès BDE offre le plus vaste choix de fonctions et d'utilitaires, il est aussi le meilleur moyen pour exploiter une base Paradox ou des tables dBase.
- ✓ Le modèle ADO, réunit les composants qui servent d'objets de données ActiveX, ces composants accèdent aux bases de données via le mécanisme OLEBD. ADO est un standard de Microsoft qui possède une vaste gamme de pilotes dont on peut se servir pour se connecter à différents serveurs de base.
- ✓ Le modèle dbExpress réunit les composants qui exploitent dbExpress pour accéder aux informations de base de données. DBExpress est un ensemble de pilotes légers qui offrent l'accès le plus rapide aux informations de bases de données. Etant également disponibles sous linux, les composants dbExpress permettent de développement multiplateforme (qui ne dépend pas du système d'exploitation).
- ✓ Toutefois, les composants base de données dbExpress prennent en charge l'éventail le plus réduit de fonctions et de manipulation de données.

- ✓ Le modèle InterBase réunit les composants qui accèdent directement aux bases de données Interbase, sans passer par une couche moteur distincte. InterBase, est le SQL développé par borland. Sous Delphi, il est utilisé pour développer des applications Client/serveur.

Chaque version de Delphi comprend ses propres plotes d'accès aux serveurs de bases de données par le biais de BDE, ADO, dbExpress ou InterBase.

Lorsque on conçoit une application de base de données on doit prendre en considération les paramètres suivants [27] :

- ✓ Choix d'un mécanisme d'accès aux données (BDE, ADO, dbExpress ou InterBase).
- ✓ Choix du serveur de base de données qui est en relation avec les types de base de données ;
  1. dBase, Paradox, FoxPro, Access pour les serveurs locaux ;
  2. InterBase, oracle, infomix, Microsoft SQL server pour les serveurs distants.

## **VI. Les bases de données :**

### **VI.1 Qu'est-ce qu'une base de données ?**

Une base de données (son abréviation est BD, en anglais DB, database) est une entité dans laquelle il est possible de stocker des données de façon structurée et avec le moins de redondance possible. Ces données doivent pouvoir être utilisées par des programmes, par des utilisateurs différents. Ainsi, la notion de base de données est généralement couplée à celle de réseau, afin de pouvoir mettre en commun ces informations, d'où le nom de base [29]. On parle généralement de système d'information pour désigner toute la structure regroupant les moyens mis en place pour pouvoir partager des données.

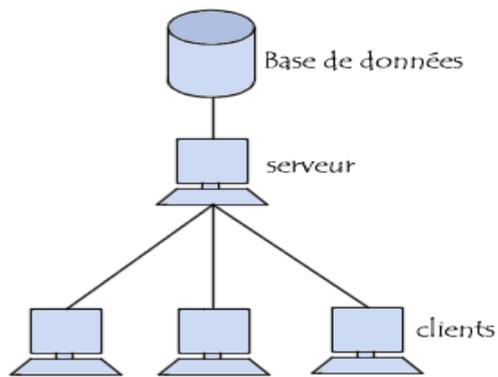


Figure IV.4: structure de l'utilisation d'une base de données

## **VI.2 Utilité d'une base de données ?**

Une base de données permet de mettre des données à la disposition d'utilisateurs pour une consultation, une saisie ou bien une mise à jour, tout en s'assurant des droits accordés à ces derniers. Cela est d'autant plus utile que les données informatiques sont de plus en plus nombreuses.

Une base de données peut être locale, c'est-à-dire utilisable sur une machine par un utilisateur, ou bien répartie, c'est-à-dire que les informations sont stockées sur des machines distantes et accessibles par réseau.

L'avantage majeur de l'utilisation de bases de données est la possibilité de pouvoir être accédées par plusieurs utilisateurs simultanément.

## **VI.3 La gestion des bases de données :**

Afin de pouvoir contrôler les données ainsi que les utilisateurs, le besoin d'un système de gestion s'est vite fait ressentir. La gestion de la base de données se fait grâce à un système appelé SGBD (système de gestion de bases de données) ou en anglais DBMS (Database management system). Le SGBD est un ensemble de services (applications logicielles) permettant de gérer les bases de données, c'est-à-dire [28]:

- permettre l'accès aux données de façon simple
- autoriser un accès aux informations à de multiples utilisateurs

- manipuler les données présentes dans la base de données (insertion, suppression, modification)

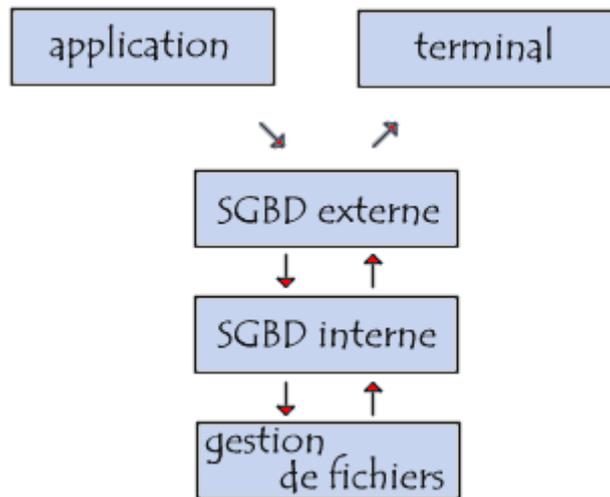


Figure IV.5: décomposition du SGBD

Le SGBD peut se décomposer en trois sous-systèmes :

- le système de gestion de fichiers : il permet le stockage des informations sur un support physique
- le SGBD interne : il gère l'ordonnement des informations
- le SGBD externe : il représente l'interface avec l'utilisateur

#### **VI.4 Les différents modèles de bases de données :**

Les bases de données sont apparues à la fin des années 60, à une époque où la nécessité d'un système de gestion de l'information souple se faisait ressentir. Il existe cinq modèles de SGBD, différenciés selon la représentation des données qu'elle contient [30]:

- **le modèle hiérarchique** : les données sont classées hiérarchiquement, selon une arborescence descendante. Ce modèle utilise des pointeurs entre les différents enregistrements. Il s'agit du premier modèle de SGBD

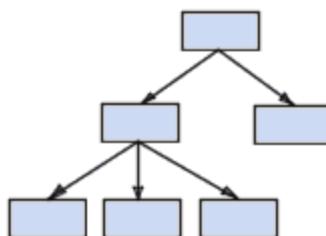


Figure IV.6: modèle hiérarchique d'un SGBD

- **le modèle réseau**: comme le modèle hiérarchique, ce modèle utilise des pointeurs vers des enregistrements. Toutefois la structure n'est plus forcément arborescente dans le sens descendant

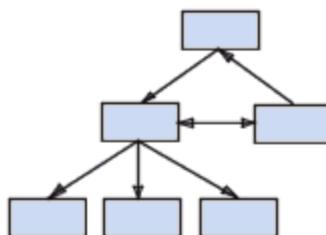


Figure IV.7: le modèle réseau d'un SGBD

- **le modèle relationnel** (SGBDR, Système de gestion de bases de données relationnelles) : les données sont enregistrées dans des tableaux à deux dimensions (lignes et colonnes). La manipulation de ces données se fait selon la théorie mathématique des relations

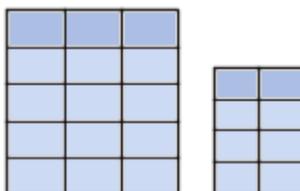


Figure IV.8: le modèle relationnel d'un SGBD

- **le modèle déductif** : les données sont représentées sous forme de table, mais leur manipulation se fait par calcul de prédicats

- **le modèle objet** (SGBDO, Système de gestion de bases de données objet) : les données sont stockées sous forme d'objets, c'est-à-dire de structures appelées classes présentant des données membres. Les champs sont des instances de ces classes

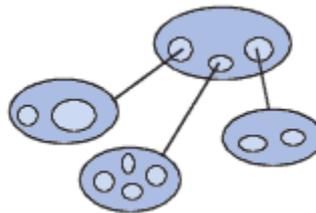


Figure IV.9: le modèle objet d'un SGBD

A la fin des années 90 les bases relationnelles sont les bases de données les plus répandues (environ trois quarts des bases de données).

### **VI.5 SQL définition et bref historique :**

SQL (structured query language, langage de requête structuré) est le langage standard utilisé pour communiquer avec une base de données relationnelle. Le prototype d'origine a été développé par IBM à partir de l'article du Dr E.F. Codd, A relational model of Data for large shared Data Banks. En 1979, peu de temps après le prototype IBM, le premier produit SQL, Oracle, a été mis sur le marché par Relational Software Incorporated( rebaptisée plus tard oracle corporation). Oracle est désormais devenu l'un des principaux acteurs du marché des technologies de bases de données relationnelles [30].

### **VII. La technologie client-serveur :**

Par le passé, l'industrie informatique était principalement dominée par les ordinateurs mainframes, des systèmes puissants disposant d'importantes capacités de stockage et de traitement des données. Les utilisateurs communiquaient avec le mainframe par de simples terminaux dépourvus de mémoire et exclusivement reliés à l'unité de centrale, aux emplacements de stockage et à la mémoire du mainframe. Chaque terminale disposant d'une ligne de données reliée au mainframe. L'environnement mainframe répond

efficacement à des besoins réels, mais cela n'a pas empêché l'avènement d'une technologie plus performante : le modèle client-serveur.

Dans le système client-serveur, l'ordinateur principale, appelé serveur, est accessible par le réseau, généralement local (LAN, Local Area Network), mais également à grande distance (WAN, pour Wide Area Network). On accède au serveur depuis son ordinateur personnel (PC) ou par le biais d'autres serveurs en lieu et place des anciens terminaux. Chaque PC, appelé client, dispose d'un accès au réseau, permettant la communication entre le client et le serveur, ce qui explique l'expression client-serveur. La principale différence entre les environnements client-serveur et mainframe réside dans le fait que, dans l'environnement client-serveur le PC de l'utilisateur est doté d'une mémoire propre à lui permettant d'exécuter ses propres processus en utilisant son processeur tout en restant accessible en lecture à un ordinateur serveur par le réseau. Dans bien des situations, le système client-serveur offre une plus grande souplesse en regard des besoins actuels et il est à même de remplacer le mainframe [31].

Les systèmes de base de données relationnelles résident sur les plates-formes mainframe ou client-serveur. Bien que l'on préfère généralement les systèmes client-serveur, l'utilisation toujours d'actualité des mainframes peut certainement se justifier par les besoins d'une entreprise.

## **VIII. Notre approche :**

### **VIII.1 Unité de réception et d'enregistrement des données :**

Dans notre application qu'on a appelée Bus Manager, une base de données basée sur l'architecture Client/Serveur a été développée, afin de mieux gérer les données. Par la suite toutes les données reçues seront stockées dans le serveur (TCP/IP), ceci a permis une grande autonomie et rapidité de l'application Bus Manager, ainsi qu'une fiabilité irréprochable des données.

La première étape consiste donc à se connecter au serveur SQL en introduisant l'adresse IP de ce dernier, une fois la connexion établie, un message « Connexion réussie » est affiché comme l'indique la figure ci-dessous

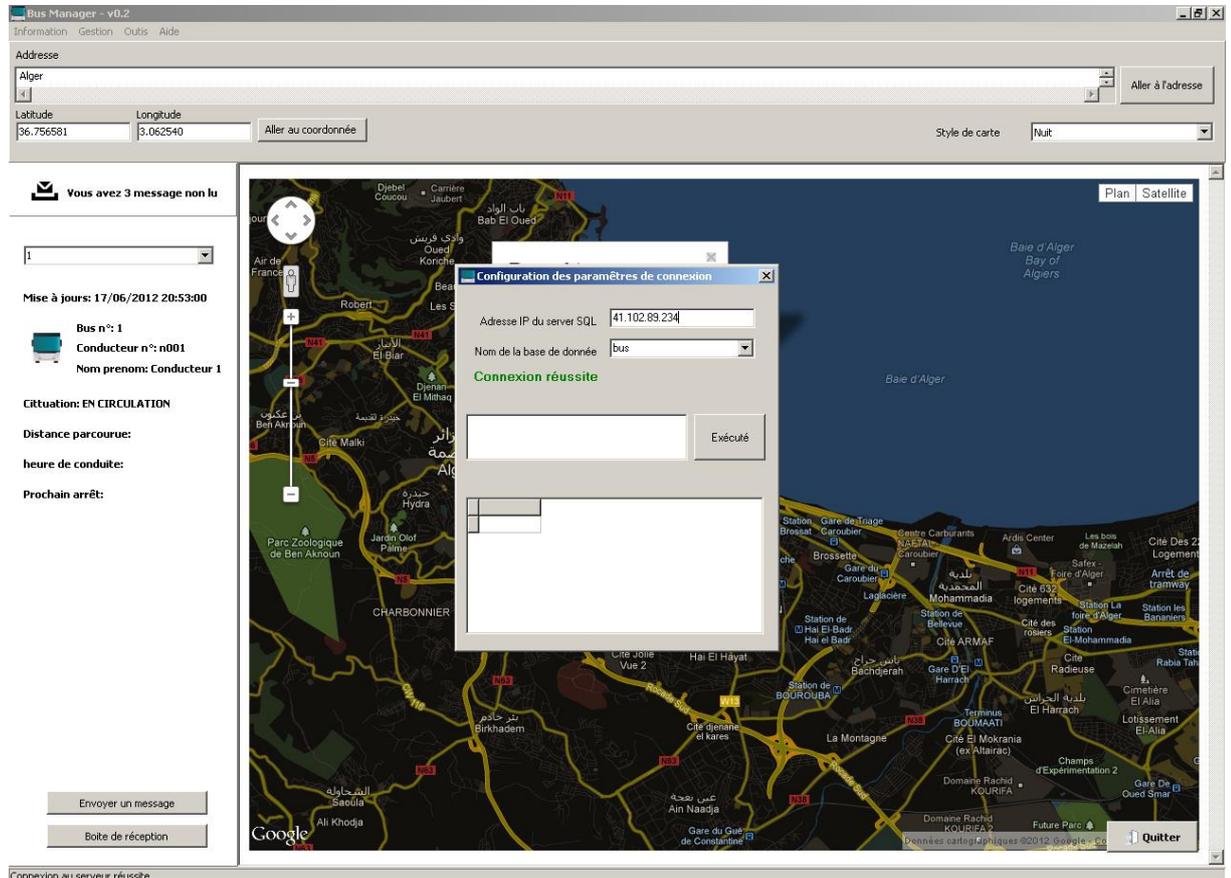


Figure IV.10: connexion établie au serveur SQL

Après la réception des données sous forme de SMS ou de paquets GPRS, on fait une conversion du SMS reçu en fichier de type TXT afin de faciliter la lecture de ce dernier, la ligne est décomposée en 08 champs comme l'indique la figure ci-dessous :

Date	Heure	Longitude	attitude	Vitesse	en circulation/Arret	Objet Message	Message	N° de Passager

Figure IV.11.a : données reçues

Une nouvelle ligne est aussitôt créée dans la table « VALEUR » qui se trouve dans le SQL Server avec les clés primaires date et Heure, ensuite l'identifiant du bus et du chauffeur qui sont des clés secondaires, cette ligne est complétée par

l'insertion des données des autres champs à savoir la vitesse, la position et les messages prédéfinis (en circulation/en Arrêt).

### VIII.2 Unité de traitement et de calcul :

Cette unité est du moins la plus importante, et est le noyau principale de notre application car elle permet de générer les premiers calculs concernant la position du véhicule, la vitesse, les alertes, etc.

### VIII.3 Unité d'affichage :

Après le calcul et le traitement, les données sont affichées en temps réel sous forme d'icône sur la page d'accueil de l'application Bus Manager afin de faciliter la lecture aux éventuels opérateurs.

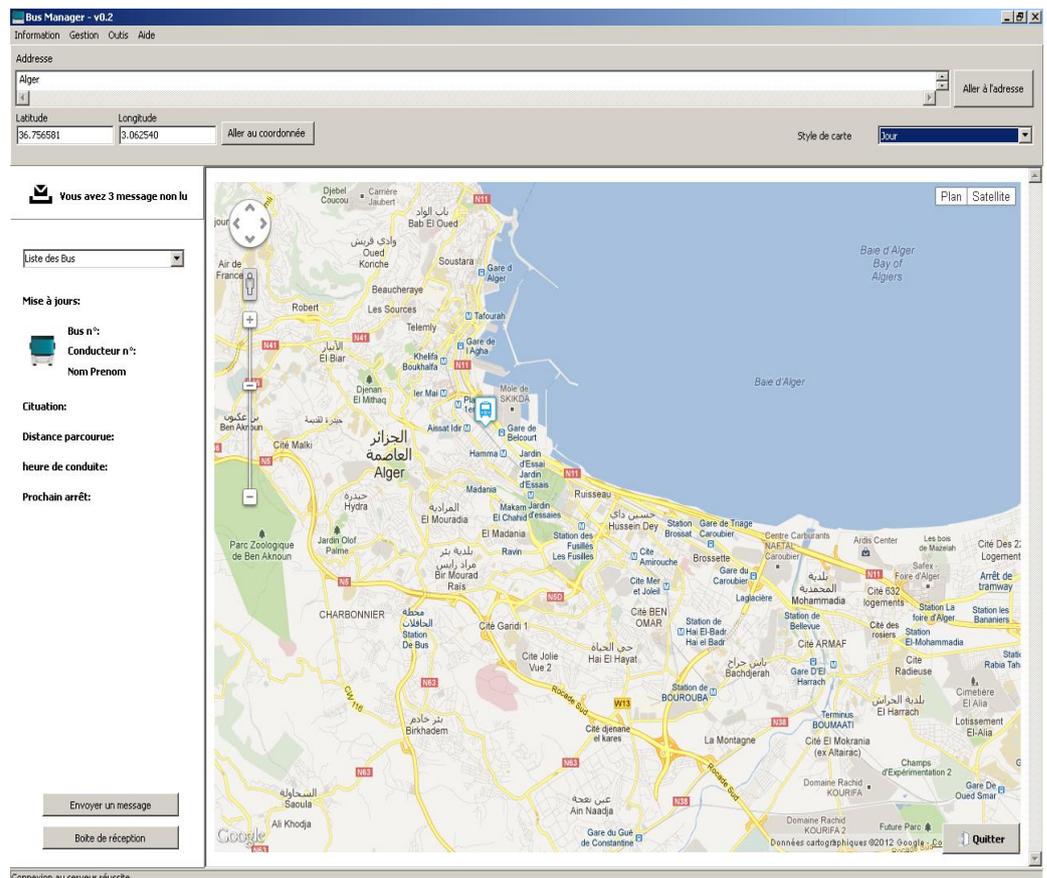


Figure IV.11.b : Google Map public API V3 a

En cas d'alerte (dépassement de vitesse, non-respect du trajet, arrêt imprévu, etc.) un message est aussi affiché dans la page d'accueil (en plus du message



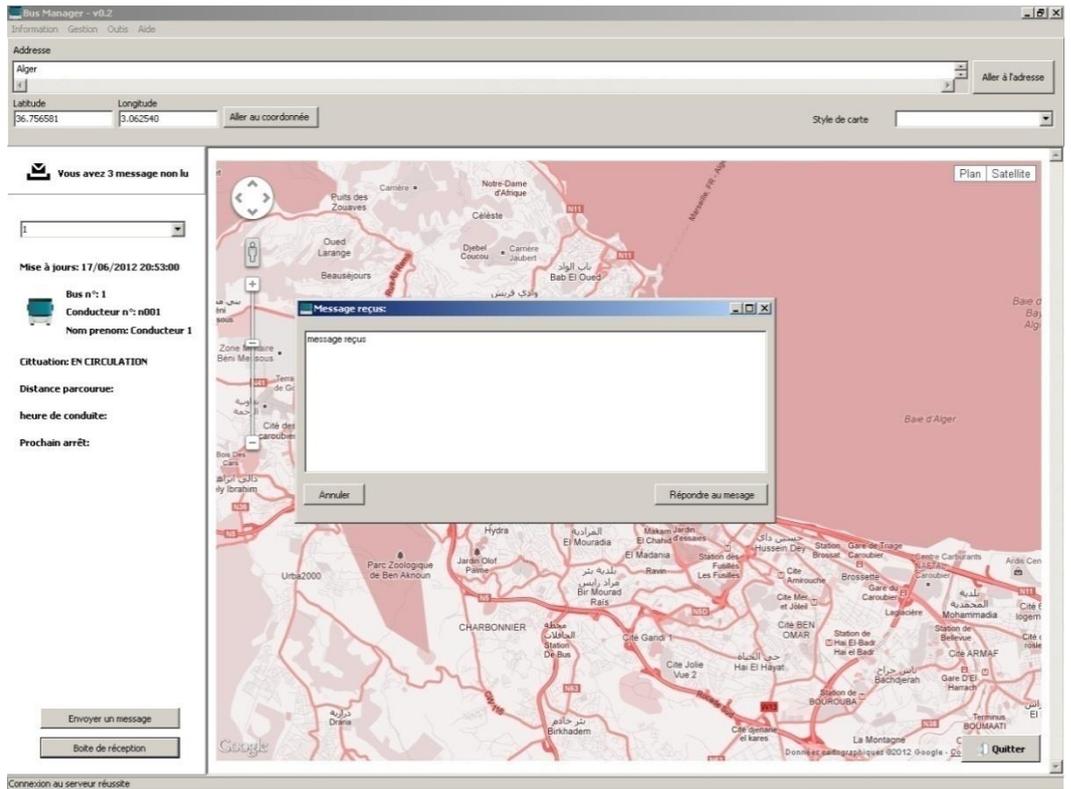


Figure IV.13.b : Module de communication Bus/Chauffeur-Application

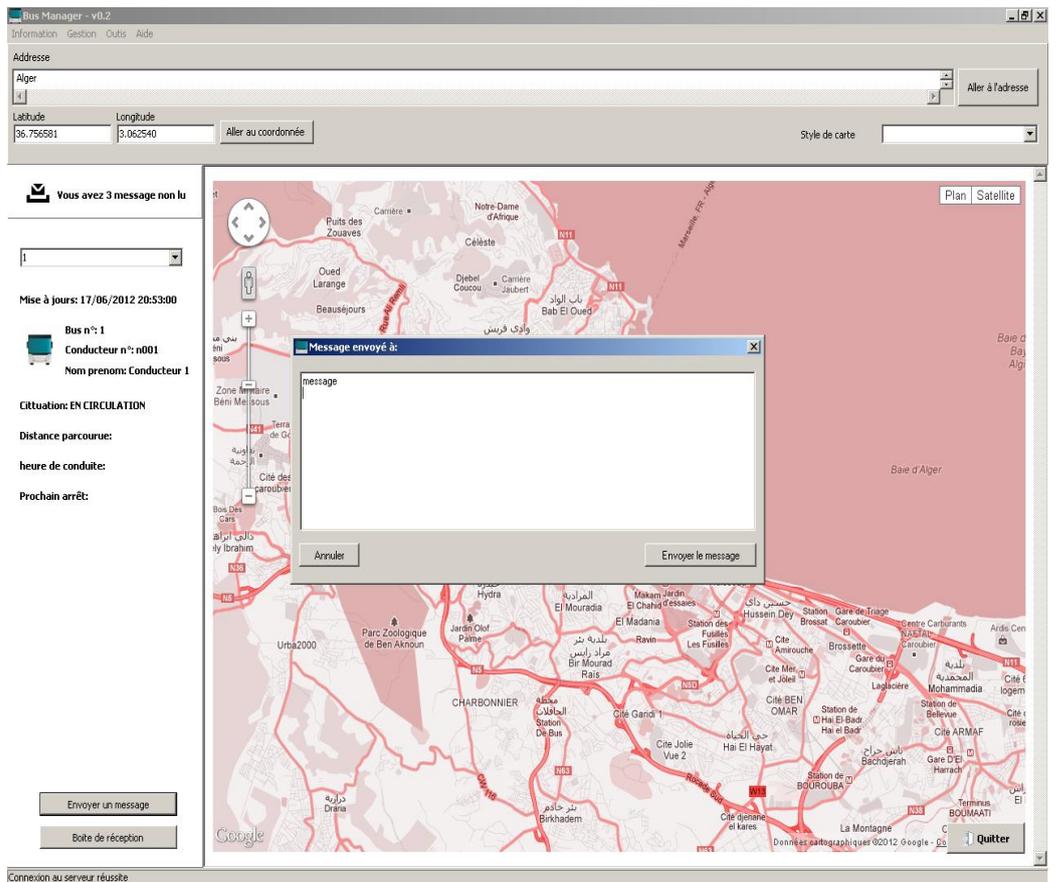


Figure IV.13.b : Module de communication Bus/Chauffeur-Application

#### **VIII.4 Interface de communication avec application externe :**

Dans le but de dynamiser l'application « Bus Manager » et la rendre versatile et adaptable avec des modules externes comme le contrôleur des feux de signalisation, le serveur de comptage et statistiques, les panneaux de signalisation intelligents,...etc, un module qui facilite l'interfaçage avec les autres applications a été développé et qui est basé sur une architecture TCP/IP, dans ce mémoire nous l'avons utilisé pour communiquer avec le simulateur SUMO afin de tester la modification du plan de signalisation.

##### **VIII.4.1 Simulation of UrbanMObility- SUMO:**

SUMO est un simulateur open-source à temps discret, espace continu et microscopique entièrement réalisé en C++ permettant de modéliser l'écoulement du trafic routier. Bien qu'il soit complexe à mettre en place, SUMO possède également l'avantage d'être toujours maintenu par ses auteurs et d'être doté d'une documentation complète. La dernière version du logiciel date de novembre 2011 et est disponible sur la page officielle du projet [32].Globalement, l'utilisation de ce logiciel peut se décomposer en trois points détaillés ci-dessous.

###### **VIII.4.1.1 La construction d'un réseau :**

Contrairement à d'autres logiciels de simulation, la génération d'une carte (ici appelé un réseau) n'est pas nécessairement automatisée par une interface mais peut se faire manuellement. Cet ensemble de possibilités peut paraître déroutant pour un utilisateur non averti, mais reste très puissant : là où les autres simulateurs proposaient la mise en place d'une infrastructure simple, SUMO peut mettre en place des structures plus complexes, incorporant le changement de voie, des boucles électromagnétiques, la création de types de véhicules, et bien d'autres. Deux principaux outils existent pour générer de tels réseaux :

- NETGEN permet de générer en ligne de commande un réseau de plusieurs formes : en grille, en toile ou aléatoire.
- NETCONVERT possède la capacité de générer des cartographies adaptées pour SUMO à partir de différents formats.

### **VIII.4.1.2 Modélisation de la demande :**

Nous venons de voir que la génération d'un réseau routier pouvait se faire par plusieurs moyens : soit à la main directement, soit via les utilitaires fournis avec le simulateur.

Une fois ce réseau obtenu, l'étape suivante consiste à définir les informations à propos des véhicules, et notamment des routes qu'il est possible pour eux d'emprunter afin de générer les mouvements des différents véhicules. Le moyen le plus simple d'en obtenir est de les éditer manuellement, mais uniquement si leur nombre n'est pas trop élevé.

Les véhicules en circulation sur la simulation vont être alors indiqués de deux manières: soit sous forme de flots arrivant de manière continue pendant une certaine période, soit individuellement. Sur de larges réseaux, SUMO fournit plusieurs applications permettant de générer ce fichier en fonction de multiples critères :

- DUAROUTER : sur la base d'un ensemble de voyages, cette application obtient les routes correspondantes, en cherchant le plus court chemin entre le point de départ et d'arrivée.
- DJTRROUTER reprend des principes similaires, mais utilise des probabilités de tourner afin de générer les routes
- DFROUTER s'appuie sur les mesures effectuées par les détecteurs présents.
- ACTIVITYGEN se repose sur une description de la population vivant sur le réseau : nombre d'habitants, de ménages, la probabilité pour un adulte d'avoir une voiture, d'utiliser les transports en commun, description des zones d'activité de la ville (ex : école), etc.

Notons la possibilité de générer des routes aléatoirement en s'aidant d'un outil inclus dans SUMO et des deux premières applications.

### **VIII.4.1.3 Simulations :**

Une fois le réseau et les informations du trafic souhaité générées, il faut mettre en place le fichier de configuration correspondant à la simulation, ainsi que d'autres éléments, tels que :

- Des éventuels fichiers supplémentaires (pour la définition de stops, de détecteurs, etc.).
- Le temps de simulation (début et fin, en pas de programme, ajustables en millisecondes). Exemple : je veux une simulation entre le pas 1000 et le pas 1500.
- Les valeurs à enregistrer : le programme générera alors en fin de simulation un ou plusieurs fichiers contenant les résultats. A ce propos, de très nombreuses valeurs sont exploitables afin de pouvoir évaluer au mieux un modèle, comme par exemple les temps de parcours pour chaque véhicule étant entré dans le réseau au moment de la simulation.

La simulation ainsi définie est exécutable par l'intermédiaire de deux programmes : via une interface graphique (SUMO-GUI, figure IV.14) mais également directement en ligne de commande (SUMO), où il est possible de passer certains arguments habituellement définis dans le fichier de configuration directement dans la commande. L'affichage de l'interface graphique apparaît propre, et de divers types : très basique, standard ou sous une vue plus réaliste. La possibilité de régler la vitesse d'exécution de la simulation existe toujours, ceci est ajustable en définissant le nombre de millisecondes auxquelles correspond un pas de programme. Les paramètres d'affichage sont entièrement personnalisables : couleur des véhicules en fonction de leur vitesse, de leur provenance, etc.

Concernant le cas des feux de circulation, ces derniers possèdent ici les trois couleurs (rouge, orange, vert) et suivent un principe de cycle et de phase clairement définis et visibles

Par défaut, NETCONVERT et NETGEN s'occupent de générer les feux de circulation et leur fonctionnement lors de la mise en place du réseau.

Seulement, ces fonctionnements ne suivent pas nécessairement ce que nous pouvons retrouver dans la réalité. Ainsi, il est possible de charger des programmes supplémentaires afin de régir le fonctionnement des feux de circulation : l'utilisateur peut configurer à sa convenance le système de gestion des feux. Enfin, des détecteurs peuvent être mis en place dans des fichiers additionnels (manuellement, ou via des utilitaires intégrés).

Ces derniers peuvent servir au recueil de données et à l'évaluation des performances de feux de circulation

Dans ce projet nous ne pouvons évidemment pas décrire l'ensemble des fonctionnalités du programme, mais juste insister sur le fait que le logiciel possède un ensemble d'outils très large.

Par exemple, afin de récupérer des données en temps réel et modifier certains paramètres, il existe l'outil TraCI (TRaffic Control Interface) dont l'idée de base est de donner l'accès à une simulation en cours. Cet utilitaire va être particulièrement adapté à nos besoins. En tout, trois classes de possibilités :

- Action sur la simulation et l'interaction client/serveur : clore la connexion, effectuer un pas de programme, calculer certaines valeurs, etc.
- Obtention d'informations : en provenance des détecteurs, des feux de circulation, des voies, routes, véhicules, routes ou même sur la simulation en elle-même.
- Modification d'état : des feux de circulation, des voies ou encore des véhicules

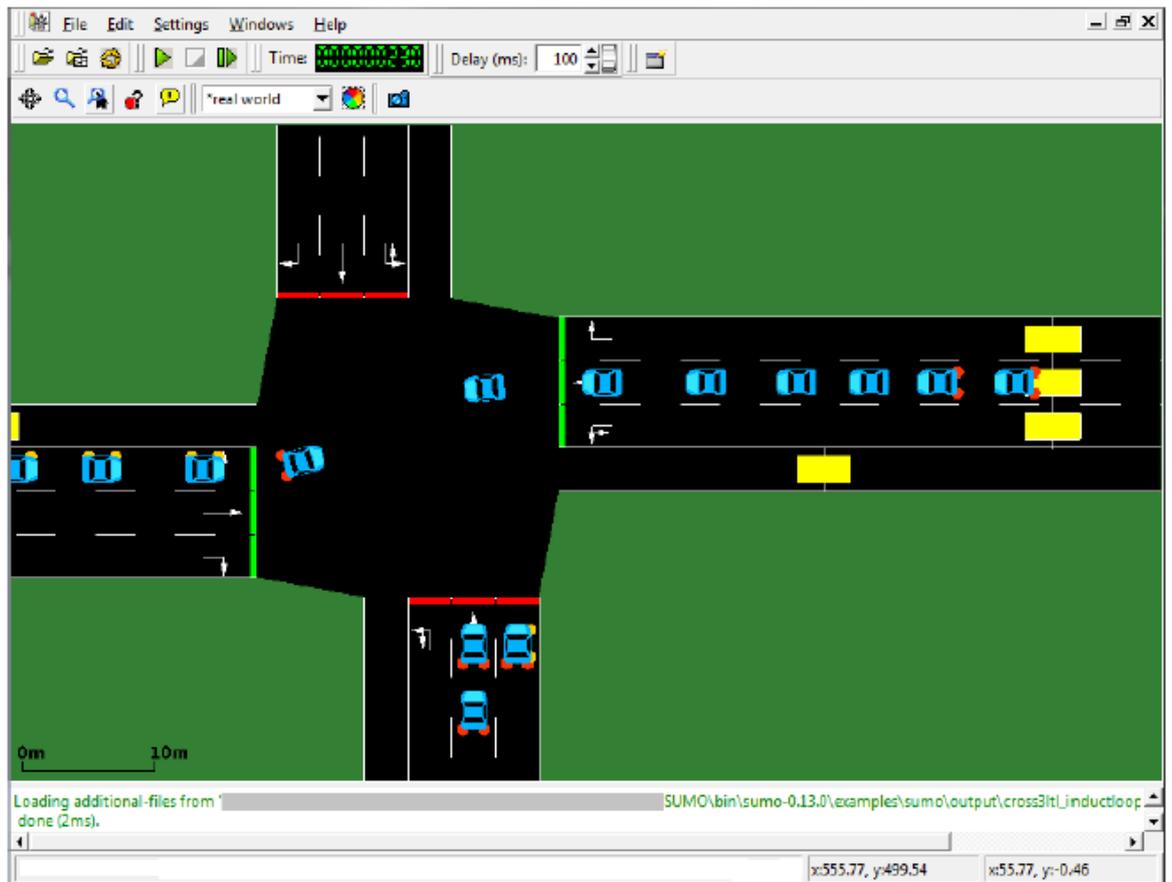


Figure IV.14 : SUMO

### **IX. Conclusion :**

Au courant de chapitre nous avons présenté l'application logicielle développée pour la gestion et l'exploitation des systèmes de transport dans la wilaya de Tlemcen, ensuite nous avons introduit la partie de simulation sous SUMO qui communique avec notre application a travers l'interface de communication, ceci nous a permis de mieux appréhender et d'étendre l'utilisation de notre plateforme avec d'autres plateformes.

## Conclusion générale



## Conclusion générale

Au fil de ce projet, nous avons vu plusieurs aspects de la gestion du trafic routier des autobus. Nous avons commencé par une présentation relative aux systèmes de transport intelligents, en faisant un rapide tour des technologies existantes et des principes de cette tendance qui évolue quotidiennement. Ensuite, nous nous sommes recentrés sur les réseaux de sans fils, et nous avons étudié l'adéquation de ces derniers avec les STI. Nous avons ainsi montré que les équipements utilisés tel que capteurs et/ou émetteurs/récepteurs possèdent l'avantage d'être petits, à bas prix, et d'une logique naturelle distribuée. Ensuite nous avons présenté l'application développée pour une meilleure gestion et exploitation des autobus dans la ville de Tlemcen.

Enfin, nous avons présenté quelques outils permettant de simuler le trafic routier urbain, et voir ce qu'il était possible ou non d'effectuer.

Nous avons montré l'importance de la gestion des lignes d'un réseau de bus. Une régulation automatisée peut améliorer considérablement la qualité de services offerts sur tout le réseau. Avec notre plateforme la tâche du régulateur est allégée.

Les perspectives que laissent entrevoir ce mémoire sont nombreuses. D'une part, il serait intéressant d'étudier un réseau distribué plus large, hiérarchisé et formel que les modèles étudiés, afin de pallier aux problèmes rencontrés. D'autre part, l'interaction possible avec des réseaux véhiculaires décuple les possibilités déjà existantes : il serait intéressant d'étudier les limites et nombreux aspects de ce modèle particulier.

## Glossaire

- ADO:** ActiveX Data Objects
- AUC:** Authentication Center
- API:** Application programming Interface
- BDE:** Boland Database Engine
- BSC:** Base Station Controller
- BTS:** Base Tranceiver Station
- CAN:** Control Area Network
- CIGT:** Centre d'Ingénierie et de Gestion du Trafic
- DCS:** Digital Cellular System
- EIR:** Equipment Identity Register
- ESA:** European Spatial Agency
- FCD:** Floating Car Data
- DSRC:** Dedicated Short Range Communications
- GES:** Gaz à Effet de Serre
- GGSN:** Gateway GPRS Support Node
- GPS:** Global Positioning System
- GPRS:** General Packet Radio Service
- GSM:** Global System for Mobile Communication
- HLR:** Home local Register
- HP:** Haut Parleur
- IBM:** Intrenational Business Machine
- IMEI:** International Mobile Equipment Identity
- IMSI:** International Mobile Subscriber Identity
- IP:** Internet Protocol

**LAN:** Local Area Network

**MS:** Mobile Station

**MSC:** Mobile service Switching Center

**PC:** Personnel Computer

**PCU:** Packet Control Unit

**PLMN:** Public Land Mobile Network

**RFID:** radio frequency identification

**RNIS:** Réseau Numérique à Intégration de Services

**RTCP:** Real-time Transport Control Protocol

**SCATS:** Sydney Coordinated Adaptive Traffic System

**SCOOT:** Split Cycle Offset Optimization Technique

**SGSN:** Serving GPRS Support Node

**SIM:** Subscriber Identity Module

**SMS:** Short Message Service

**SQL:** sigle de Structured Query Language

**STI:** System Transport Intelligent

**TIC :** Technologie de l'Information et de la Communication

**TMSI:** Temporary Mobile Subscriber Identity

**TCP:** *Transmission Control Protocol*

**TRAU:** Transcoder and Rate Adaptation Unit

**TRL:** Trafic research laboratory

**VANET:** Vehicular Ad-Hoc Network

**VCL:** Visual Component Library

**VLR:** Visistor Location Rgister

**WAN:** Wide area network

**WIMAX:** Worldwide Interoperability for Microwave Access

## Références bibliographiques

- [1] IBM, <http://www-935.ibm.com/services/us/gbs/bus/html/gbs-intelligent-transport-mobility.html>
- [2] Ministère des transports. Bilan statistique des accidents de la circulation en Algérie. Algérie. 2007.
- [3] Ministère des transports. Bilan statistique des accidents de la circulation en Algérie. La direction de la circulation routière. Algérie.2009.
- [4] Ministère des transports. Bilan statistique des accidents de la circulation en Algérie. La direction de la circulation routière. Algérie.2010.
- [5] Pollution automobile.  
<http://www.transportzoom.com/dossier.php?numero=103>
- [6] Systèmes de transport intelligents.  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me\\_de\\_transport\\_intelligent](http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_de_transport_intelligent)
- [7] transport intelligent. <http://www.transport-intelligent.net/>
- [8]UUBO Vlavic. « Intelligent Vehicle Technologie ». Elsevier 2001. 498p.
- [9] GPS. [www.atrosurf.com](http://www.atrosurf.com)
- [10] Jean Paul Baquiast. La localisation avec Galileo, le "GPS européen", commencera début 2014. France, janvier 2010 .
- [11] <http://www.mobilealgerie.com/>
- [12] Lahssaini, Mohammed. Diffusion et couverture basées sur le clustering dans les réseaux de capteurs : application à la domotique. Tlemcen. 2009 .186 p.
- [13] Sébastien, Faye. Contrôle du trafic routier urbain par un réseau fixe de capteurs sans fil. Paris. 2012.41p.
- [14] I. Corredor, A. García, J. Martínez, and P. López. Wireless sensor network-based system for measuring and monitoring road traffic. 2008.
- [15] Houti, Fouad. Développement et intégration du service GSM sur des véhicules. 2009.
- [16] Benslimane. Communication Mobile, réseaux GSM. 2011.
- [17] Meriah. Communication hertzienne. 2011.

- [18] Nadège, Fagion. Le GPRS. Janvier 2002. 400 p.
- [19] Thierry KOSCIELNIAK, Joël DAVID. La RFID et Secteur Automobile. 2005
- [20] Ismail SALHI. Collecte d'informations dans un réseau de véhicules. France. 2008.
- [21] DSRC, <http://www.dsrc.com/>
- [22] El hammouchi. « Modélisation, simulation d'un réseau de transport urbain en vue de l'aide à la régulation des correspondances ». Rapport de stage de DESS CCI, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, 2002.
- [23] Y. L. Y., Z. Y. L., and Q. L. C. Research and implementation of transportation monitoring system based on distributed wireless sensor network. Computer Engineering, (32):249–251, 2006.
- [24] D. Robertson and R. Bretherton. Optimizing networks of traffic signals in real time-the scoot method. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 40(1):11 –15, Feb. 1991.
- [25] A. Sims and K. Dobinson. The sydney coordinated adaptive traffic (scat) system philosophy and benefits. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 29(2):130 – 137, May 1980.
- [26] La nouvelle dynamique stationnement. Ville Rail et Transports, 507 :30–33, Nov. 2010.
- [27] Tutorial Delphi, <http://delphi.developpez.com/cours/>
- [28] Laurent Audebert. UML2 .France.2008
- [29] Philippe Rigaux. Cours de bases de données. Juin 2001.
- [30] SQL, <http://www.1keydata.com/fr/sql/>
- [31] G. Gardarin et O. Gardarin « le client-serveur », Eyrolles, 1996
- [32] <http://sumo.sourceforge.net/>.

## **Résumé**

L'augmentation des déplacements des gens dans leurs vies quotidiennes : se rendre aux boulots, aux centres de loisirs, ou effectuer n'importe quel autre déplacement les oblige à utiliser des modes de transports différents. Le transport routier est le plus utilisé en milieu urbain. Toute fois, ce dernier fait l'expérience de profonds bouleversements : encombrement, accident, pollution,...

Le transport en commun (bus, tramway,...) peut faire face à tout ces problèmes mais cela est réalisable qu'avec une meilleure gestion de ces derniers.

Dans ce mémoire, nous nous intéressons aux bus au milieu urbain. Notre objectif est de réaliser un gestionnaire d'un réseau de bus dont le travail consiste de trouver les bonnes conditions pour que les bus puissent offrir le meilleur des services.

## **Abstract**

The increased movement of people in their daily lives: to travel to jobs, entertainment centers, or perform any other movement forces them to use different modes of transport. Road transport is the most widely used in urban areas. Any time, it experienced dramatic changes: congestion, accidents, pollution...

Public transportation (bus, tram,) can cope with all these problems but it is possible with intelligent management of these.

In this project, we focus on urban buses. Our aim is to develop an application of a bus management which consist on finding the right positions, speeds, and optimize them to offer the services.