

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة عمّار ثليجي بالأغواط  
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE

## ***Mémoire de MASTER***

**Domaine :** Mathématiques et Informatique

**Filière :** Informatiques

**Option :** Réseaux, Systèmes et Applications Réparties

**Par:**

SALHI Basma

### **THEME**

---

# **Etude des protocoles de smart parking dans les réseaux vanet**

---

*Soutenu publiquement le 12-06-2017 devant le jury composé de:*

<i>Mr. MAICHA Mohamed El Habib</i>	<i>M.A.(B)</i>	<i>Président</i>
<i>Mr. DAHMANE Sofiane</i>	<i>M.A.(B)</i>	<i>Examineur</i>
<i>Mr. LAGRAA Nasreddine</i>	<i>Professeur</i>	<i>Encadreur</i>
<i>Mr. KERRACHE Chaker Abdelaziz</i>		<i>Co-encadreur</i>

***Année Universitaire 2016/2017***

## Remerciements

Toute mon gratitude et mes remerciements vont à **ALLAH** qui m'a donné la force, le courage et la volonté d'élaborer ce travail.

J'adresse mes profonds remerciements à mes encadrants , **Mr. (LAGRAA**

**Nasreddine)** et **Mr. (KERRACHE Chaker Abdelaziz)** pour avoir dirigés mon travail. Je les remercie, pour leur précieux conseils et leurs disponibilité et leurs patience.

Mes remerciements vont aux membres du jury de me faire l'honneur de juger mon modeste travail.

Mes remerciements vont à tous mes professeurs du département d'Informatique.

Mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin pour accomplir mon travail.

## ملخص

لقد أدرجت شبكات المركبات (VANET) كمعيار جديد لتبادل المعلومات بين المركبات والبنية التحتية الثابتة. وهي تهدف إلى إراحة السائقين من خلال تحسين السلامة على الطرق كخطوة نحو بناء بيئة أكثر أمنا و ذكاء. في الواقع VANET هي حالة خاصة من شبكات المحمول MANET. وهي تسهم إسهاما كبيرا في تطوير أنظمة النقل الذكية (ITS) ، وتحسين إدارة حركة المرور على الطرق.

إن النمو السريع لعدد المركبات في جميع أنحاء العالم يؤدي إلى تفاقم مشكلة عدم وجود أماكن لوقوف السيارات، نظرا لأنه من الصعب استيعاب عدد متزايد من المركبات بشكل ملائم في مواقف السيارات التي تدار بشكل سيء، ولهذا السبب فإنه من الضروري تطوير أنظمة وقوف السيارات فعالة و ذكية. هذه الأنظمة الذكية قادرة على توفير مستوى عال من الراحة للسائقين. في هذا العمل سوف نقدم وناقش بعض الأنظمة المقترحة : (1) نظام لامركزي لوقوف السيارات مجانا، (2) نظام وقوف السيارات على الطريق على أساس المعلومات التي تقدمها البنية التحتية ، (3) الوصول إلى أماكن وقوف السيارات المتاحة في البيئات الحضرية من خلال شبكات المركبات. و لقد أظهرت نتائج المحاكاة التي تم الحصول عليها باستخدام المحاكاة NS-2 أن نظام وقوف السيارات فعال باستخدام بروتوكول التوجيه IRTIV مع كثافة من 50 إلى 300 مركبة.

**الكلمات المفتاحية :** مواقف السيارات الذكية، شبكات المركبات، نظام النقل الذكي.

## Résumé

Les réseaux ad-hoc véhiculaires (VANET) ont été introduit comme une norme pour la communication de données entre les véhicules et les infrastructures fixe. Ils visent à rendre confortables les conducteurs en améliorant la sécurité et le confort de conduite comme étape vers la construction d'un environnement plus sûr, plus propre et plus intelligent.

En effet, les VANET ne sont qu'une particularité des réseaux Ad-hoc mobiles (MANET). ils contribuent de manière substantielle au développement des systèmes de transport intelligents (STI) et à l'amélioration de la gestion du trafic routier.

De nos jours, la croissance rapide du nombre de véhicules dans le monde intensifie le problème du manque d'espace de stationnement. puisqu'il est difficile d'accueillir un nombre croissant de véhicules de manière commode dans des parkings mal gérés, la chose qui rend nécessaire de développer un système de stationnement efficace et intelligent. Les systèmes de gestion de stationnement intelligentes sont capables de fournir un haut niveau de commodité pour les pilotes.

Plusieurs architectures de stationnement ont été proposées. Dans ce travail nous allons présenter et discuter quelque conceptions de réservation : (1) Découverte décentralisée de places de stationnement gratuites, (2) Système de stationnement adaptatif basé sur les IS , (3) Système d'accès aux espaces de stationnement publiques disponibles en milieu urbain en utilisant les réseaux adhoc.

Les résultats de simulation obtenus à l'aide du simulateur NS-2, ont montré que le système de stationnement qu'on simulé est efficace, en utilisant le protocole de routage IRTIV, avec une densité de 50 à 300 véhicules.

**Les mots clés:** Parking intelligent, VANET, Système de transport intelligent.

## Abstract

Vehicle ad-hoc networks (VANET) have been introduced as new a standard for data communication between vehicles and fixed infrastructure. They aim to make drivers comfortable by improving safety and driving comfort as a step towards building a safer, cleaner and smarter environment.

Indeed, VANETs are only one particularity of mobile Ad-hoc networks (MANET). They contribute substantially to the development of intelligent transport systems (ITS) and to the improvement of road traffic management.

Nowadays, the rapid growth of vehicles number around the world is exacerbating the problem of lack of parking places. Since it is difficult to accommodate a growing number of vehicles conveniently in poorly managed car parks, that's why it's necessary to develop an efficient and intelligent parking system. Intelligent parking management systems are able to provide a high level of convenience for pilots.

Several parking architectures have been proposed. In this work we will present and discuss some reservation designs: (1) Decentralized discovery of free parking places, (2) An on-line parking system based on InfoStation information, (3) Reaching available parking spaces in urban environments through ad hoc networks.

The simulation results obtained using the NS-2 simulator showed that the simulated parking system is efficient using the IRTIV routing protocol with a density of 50 to 300 vehicles.

**Key words:** Smart parking, VANET, Intelligent Transportation System.

## Liste d'abréviations

<b>DSRC</b>	Dedicated Short Range Communications.
<b>GPS</b>	Global Positioning System.
<b>IDL</b>	Inductive Detector Loop
<b>IS</b>	Infostation
<b>ISC</b>	Infostation centre
<b>ITS</b>	Intelligent Transportation System
<b>MANET</b>	Mobile Ad hoc NETwork
<b>NS-2</b>	Network Simulator 2
<b>OBU</b>	On-Board Unit
<b>OSM</b>	Open Street Map
<b>OTCL</b>	Object Tools Command Language
<b>PAS</b>	parking assistant Systems
<b>PDR</b>	Packets Delivery Ratio
<b>QOS</b>	Quality Of Service
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification
<b>RSU</b>	Road Side Unit
<b>TCL</b>	Tools Command Language
<b>TIC</b>	Technologies avancées d'information et de communication

**UDP** User Datagram Protocol.

**V2I** Vehicle-to-Infrastructure.

**V2V** Vehicle-to-Vehicle.

**VANET** Vehicular Ad hoc NETWORK.

**WiFi** Wireless Fidelity

**WIM** Weigh-in-motion

**IRTIV** Intelligent Routing protocol using real time Traffic Information in urban Vehicular environment

# Sommaire

<b>Sommaire</b>	<b>viii</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>x</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>xii</b>
<b>1 Introduction générale</b>	<b>1</b>
1.1 Contexte et problématique . . . . .	1
1.2 Objectifs visés par le mémoire . . . . .	3
1.3 Organisation du mémoire . . . . .	3
<b>2 Préliminaires sur les réseaux Ad hoc de véhicules VANET</b>	<b>5</b>
2.1 Introduction . . . . .	5
2.2 Véhicule intelligent . . . . .	6
2.3 Le réseau de véhicules intelligents . . . . .	6
2.4 Architectures de communication . . . . .	7
2.5 Caractéristiques des Vanets . . . . .	9
2.6 Les applications des vanets . . . . .	10
2.7 Technologies et standards VANETs . . . . .	12
2.8 Défis des réseaux de véhicules . . . . .	15
2.9 Conclusion . . . . .	17
<b>3 Les techniques utilisées pour la gestion intelligente des</b>	

---

<b>parkings</b>	<b>18</b>
3.1 Introduction . . . . .	18
3.2 Système de parking . . . . .	19
3.3 Gestion d'un parking . . . . .	19
3.4 Technologies de détection de véhicule . . . . .	20
3.5 Système de stationnement . . . . .	25
3.6 Catégories du système de gestion de stationnement de voiture .	26
3.7 Projets de gestion de parking . . . . .	29
3.8 Conclusion . . . . .	34
<b>4 Les technique de réservation de place dans un parking a base de vanet, et résultat de simulation</b>	<b>35</b>
4.1 Introduction . . . . .	35
4.2 Decentralized Discovery of Free Parking Places . . . . .	36
4.3 An InfoStation-Based Context-Aware On-Street Parking System	39
4.4 Reaching Available Public Parking Spaces in Urban Environments using Ad-hoc Networking . . . . .	43
4.5 Résultat de simulation . . . . .	46
4.6 Résultats et interprétation . . . . .	48
4.7 conclusion . . . . .	54
<b>5 Conclusion générale</b>	<b>55</b>
5.1 Perspectives . . . . .	56
<b>Bibliographie</b>	<b>58</b>

# Liste des figures

2.1	les composants d'un véhicule intelligent [6]. . . . .	6
2.2	Les types de communication dans les VANETs. . . . .	9
2.3	Diffusion d'un message d'alerte (cas d'un accident)[16]. . . . .	11
2.4	L'architecture pour WAVE [10]. . . . .	13
2.5	L'architecture ETSI. . . . .	14
3.1	Système de parking [7]. . . . .	19
3.2	Un système de parking avec feux bicolore et des barrières [5]. . .	20
3.3	Boucle de détection inductive [15]. . . . .	21
3.4	Tube pneumatique [15]. . . . .	22
3.5	Capteurs magnétiques [17]. . . . .	23
3.6	système de Weigh-in-motion "WIM". . . . .	23
3.7	Explication de l'utilisation d'un capteur radar à micro-ondes [15].	24
3.8	Parking géré par un système de comptage [17]. . . . .	26
3.9	Parking géré par un système de traitement des images [15]. . . .	27
3.10	Un système de parking à base de communication sans fil [15]. . .	28
3.11	système de capteurs d'occupation installés dans les parking [18].	29
3.12	Les compteurs SFpark [19]. . . . .	30
3.13	Un capteur monté sur une voiture [14]. . . . .	31
3.14	Projet de stationnement ParkNet à l'aide de capteurs mobiles [13]. . . . .	32

---

3.15	Capture d'écran du Open Spot Application pour iPhone. . . . .	33
3.16	Capture d'écran de Roadify Application pour Android. . . . .	33
4.1	la structure de la grille. . . . .	37
4.2	Scénario du système de stationnement. . . . .	40
4.3	Déploiement du réseau à trois niveaux. . . . .	41
4.4	Diagramme d'activité de réservation d'un espace de stationnement vacant . . . . .	42
4.5	Justification de l'algorithme. . . . .	44
4.6	Exemple de regroupement. . . . .	45
4.7	Délai de négociation en fonction de nombre de requêtes . . . . .	49
4.8	Délai de négociation en fonction de nombre de véhicules . . . . .	50
4.9	Taux de délivrance de requêtes en fonction de nombre de requêtes	51
4.10	Taux de délivrance de requêtes en fonction de nombre de véhicules	52
4.11	Taux de requêtes satisfaites en fonction de nombre de requêtes	53
4.12	Taux de requêtes satisfaites en fonction de nombre de véhicules	54

# Liste des tableaux

2.1	Principaux défis de VANET [12]. . . . .	16
3.1	Comparaison entre Sfpark et Park net. . . . .	32
4.1	Paramètres de simulation. . . . .	47

# Chapitre 1

## Introduction générale

### 1.1 Contexte et problématique

Aujourd'hui, la télécommunication est omniprésente dans notre vie quotidienne. La téléphonie mobile avec le réseau de 3ème génération, Internet haut débit sans fil avec le Wifi...etc, créent ensemble un nouveau besoin de mobilité. Cependant, La communication doit pouvoir se faire n'importe où et n'importe quand.

Les réseaux de véhicules assistent ces dernières années une importante évolution, ce qui leur rend aptes de répondre à ce nouveau besoin de communication. En effet, Les véhicules deviennent de plus en plus intelligents avec plus de confort, de sécurité, de communication, de protection de l'environnement, et d'aide à la conduite. Ainsi, le nombre de véhicules a augmenté d'une façon considérable, obligent les gens de passé beaucoup plus de temps dans le transport, et cela conduit à une demande croissante de places de stationnement.

Ces dernières années, la recherche d'une place pour stationner est devenue un problème très critique. Si on prend Alger-Centre comme exemple, il est rapporté que la congestion causée par les véhicules à la recherche d'un espace

de stationnement contribue à hauteur de 30 à 35% du trafic urbain [1]. Ainsi le véhicule brûle beaucoup plus des litres d'essence et produit des tonnes de dioxyde de carbone, sans oublier la perte de temps des conducteurs et d'autres problèmes économique et écologique.

Pour faire face a ce genre de problèmes, les réseaux véhiculaires sont apparus. Appelés aussi les réseaux ad hoc de véhicules (VANET), ils sont en effet une classe émergente des réseaux sans fil, et dont les nœuds mobiles sont des véhicules intelligents équipés de calculateurs, dispositifs de communications sans fil, cartes réseau, et de capteurs...etc. Les véhicules peuvent communiquer entre eux ou avec des stations de base placées tout au long des routes. Alors, un réseau VANET est formé de plusieurs véhicules communiquant entre eux ou avec des stations fixes afin d'offrir une conduite collaborative sécurisée et un environnement plus sûr.

La conception et la mise en œuvre des protocoles et des applications dans les réseaux sans fil véhiculaires imposent que soient relevés de nombreux défis traditionnellement connus des communications sans fil (mobilité, connectivité, sécurité...etc.). De plus, les applications exigent dans la plupart des cas une fiabilité de communications, une qualité de service minimale et parfois même des communications en temps réel. Or, cela vient en opposition avec la nature fortement dynamique des réseaux véhiculaires (changement de topologie, distance variable entre véhicules, perte fréquente de connectivité, non-fiabilité des communications, délai...etc.)[2].

VANET constitue une classe importante du Système de transport intelligent (STI) en raison de leurs applications en sécurité, par exemple la capacité d'informer les voitures en cas d'accident renforce la prévention routière, et peut munir à nos voitures et à nos routes de capacités permettant de rendre la route plus sûre. En outre de cela, il existe aujourd'hui de nombreuses solutions permettant de rechercher des places de stationnement libres dans les parkings,

ces solutions sont basées sur les appareils GPS, les smart phones, le traitement d'image, les images et les capteurs.

## 1.2 Objectifs visés par le mémoire

Ce mémoire est consacré à l'étude du problème de chercher un emplacement vide dans un parking en exploitant les réseaux véhiculaires. Notre objectif est d'évaluer un système de parking aux réseaux VANET, nous étudions un protocole de réservation d'un emplacement vide sur un parking qui fonctionne avec n'importe quel protocole de routage. Pour notre cas, nous avons choisi de l'évaluer en se basant sur le protocole de routage qui s'appelle Intelligent Routing protocol using real time Traffic Information in urban Vehicular environment "IRTIV".

## 1.3 Organisation du mémoire

Avant de tenter de répondre à la problématique citée précédemment, nous commençons dans le premier chapitre de ce mémoire par présenter brièvement les véhicules intelligents, en décrivant leurs composants. Ensuite nous allons introduire les réseaux véhiculaire tout en décrivant leurs différentes architectures de communication et leurs principales caractéristiques, ainsi que leurs divers exemples d'applications. Et nous finissons par la présentation des principaux défis qui s'imposent aux réseaux VANET.

Le deuxième chapitre quant à lui, étudie les système de parking et les systèmes de stationnement intelligents. Dans un premier temps, nous présentons les types de systèmes utilisés lors de la gestion d'un parking, ainsi que les différentes catégories de technologie de détection de véhicule. Ensuite nous détaillons Les méthodes de recherche des places de stationnement.

Le troisième chapitre décrit les protocoles des smart parking qui existent à la base de réseaux VANET. Nous commençons par le protocole Decentralized Discovery of Free Parking Places, après nous présentons le protocole An InfoStation-Based Context-Aware On-Street Parking System, puis nous finissons par le protocole Reaching Available Public Parking Spaces in Urban Environments using Ad-hoc Networking. A la fin nous présentons les résultats de simulation du protocole de réservation de places dans un parking, en analysant son efficacité dans les zones urbaines.

A la fin nous terminons par une conclusion générale qui résume notre travail et résultats.

## Chapitre 2

# Préliminaires sur les réseaux Ad hoc de véhicules VANET

### 2.1 Introduction

Au quotidien, nous dépendons tous des moyens du transport. mais, l'augmentation du trafic routier génère beaucoup de problèmes tel que : le temps perdu à cause de la circulation, la pollution ...etc. Au cela s'ajoute le problème de la sécurité routière, en Algérie, on compte environ 15000 à 27000 accidents durant les trois dernières années [25].

Ce nombre effrayant pousse à rechercher de nouvelles stratégies permettant de rendre la route plus sécurisée. L'utilisation des technologies avancées d'information et de communication (TIC) est l'alternative la plus prometteuse pour les chercheurs, avec une concentration des efforts sur le développement des systèmes de communications entre véhicules fiables.

Dans ce chapitre, on présente le véhicule intelligent ainsi que les concepts liés aux réseaux véhiculaires à savoir : ses caractéristiques, ses applications et les standards proposés.

## 2.2 Véhicule intelligent

Le véhicule intelligent (voir figure 2.1) est un véhicule équipé de dispositifs de perception (caméras, radars, capteurs..etc.), de raisonnement et d'actionnement permettant l'automatisation des tâches de conduite telles que l'évitement des obstacles, la détermination de l'itinéraire...etc. [4]. Ce véhicule permet, entre autres, de fournir aux conducteurs des informations en temps réel sur le trafic pour éviter les accidents et la circulation, de surveiller l'état du conducteur, d'aider à trouver des emplacements vides au parking [9].

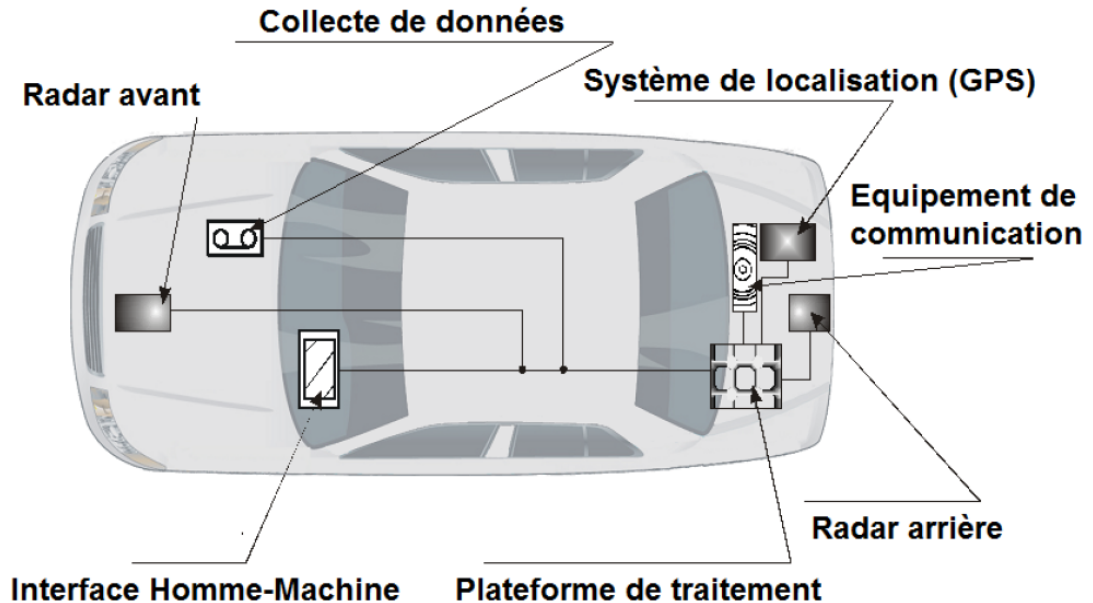


Figure 2.1: les composants d'un véhicule intelligent [6].

## 2.3 Le réseau de véhicules intelligents

La perception d'un véhicule de l'environnement est toujours limitée. Pour avoir une connaissance plus complète, l'échange des informations entre les véhicules s'avère nécessaire. Les VANETS (Vehicular Ad-hoc Network) constitue le

résultat évident de l'intégration des technologies de communications aux véhicules intelligents. Donc, les VANETs sont une projection des systèmes de transports intelligents où les nœuds représentent des véhicules caractérisés par une forte dynamique circulant avec une régularité déterminée par le trafic.

Grâce à des interfaces radio sans fil installées dans les véhicules, ces derniers communiquent entre eux (V2V Vehicle-to-Vehicle Communication) ou avec les infrastructures routière (V2I Vehicle-to-Infrastructure Communications) [4].

## **2.4 Architectures de communication**

Dans les réseaux de véhicules, on peut distinguer trois types de communication, les communications Véhicule-à-Véhicule (V2V), les communications Véhicule-à-Infrastructure (V2I) et hybride (voir figure 2.2).

### **2.4.1 Les communications Véhicule à Véhicule (V2V)**

Ce type de communication fonctionne suivant une architecture décentralisée, et représente un cas particulier des réseaux ad hoc mobiles, Il est basé sur la simple communication inter-véhicules ne nécessitant pas une infrastructure. En effet, un véhicule peut communiquer directement avec un autre véhicule s'il se situe dans sa zone radio, ou bien par le biais d'un protocole multi-sauts qui se charge de transmettre les messages de bout en bout en utilisant les nœuds voisins qui les séparent comme des relais. Les communications V2V sont très efficaces pour le transfert des informations concernant les services liés à la sécurité routière, mais elles ne garantissent pas une connectivité permanente entre les véhicules [8].

### **2.4.2 Les communications Véhicule à Infrastructure (V2I)**

Ce type de communication est une architecture centralisée basée sur des stations de bases dans leurs communications, les véhicules garantissent des communications avec l'infrastructure en utilisant des points d'accès. Ces points d'accès sont également connus sous le nom RSU (Road Side Units), situés dans certaines sections critiques de la route, tels que les feux de circulation, les intersections, ou les panneaux de stop, afin d'améliorer l'expérience de conduite et la rendre plus sûre. Cette architecture peut être utilisée dans les scénarios comme accès à Internet [9].

### **2.4.3 Les communications Hybrides**

La combinaison de deux types de communications précédents permet d'obtenir une communication hybride très intéressante. En effet, les portées des infrastructures étant limitées, l'utilisation de véhicules comme relais permet d'étendre cette portée. Dans un but économique et afin d'éviter la multiplication des stations de bases, l'utilisation des sauts par véhicules intermédiaires prend tout son importance [9].

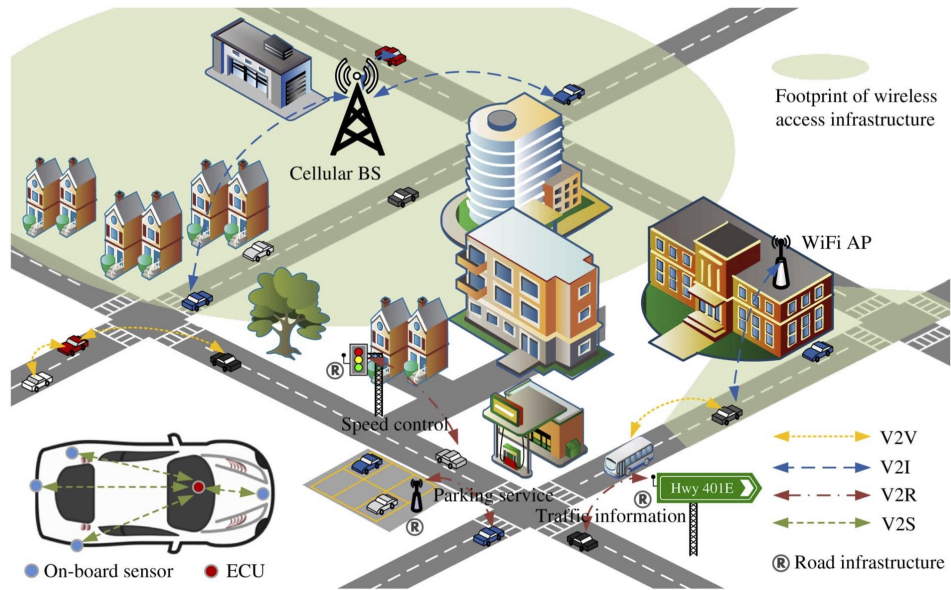


Figure 2.2: Les types de communication dans les VANETs.

## 2.5 Caractéristiques des Vanets

Bien que les VANETs ressemblent aux MANET, mais il ont certaines caractéristiques qui les différencient des autres réseaux mobiles [3]:

### 2.5.1 Topologie très dynamique

Les vanets sont caractérisés par une topologie très dynamique grâce à la grande vitesse des véhicules ainsi que la disponibilité de choix de chemins multiples [8].

### 2.5.2 Réseau fréquemment déconnecté

La topologie dynamique des vanets provoque des déconnexions fréquentes car un véhicule peut rejoindre ou quitter un groupe de véhicules en un temps très court.

### **2.5.3 Modèle de mobilité**

Plusieurs facteurs peuvent affecter la mobilité dans ces réseaux comme les infrastructures routières. La mobilité dans les VANETs est liée directement au comportement des conducteurs et leurs réactions face à des obstacles ou des situations différentes [6].

### **2.5.4 Alimentation et stockage illimités**

Contrairement aux MANETs, les VANETs ne subissent pas de limitation de stockage et de puissance qui peut alimenter les différents équipements électroniques d'une voiture intelligente.

## **2.6 Les applications des vanets**

### **2.6.1 Applications liées la sécurité routière**

Les applications liées à la sécurité des passagers sur les routes ont comme but de réduire le nombre d'accidents routiers et d'améliorer les conditions de circulation. Alors, les véhicules diffusent des messages (voir figure 2.3) permettant aux conducteurs d'avoir une connaissance de l'état de la route et des véhicules voisins [8].

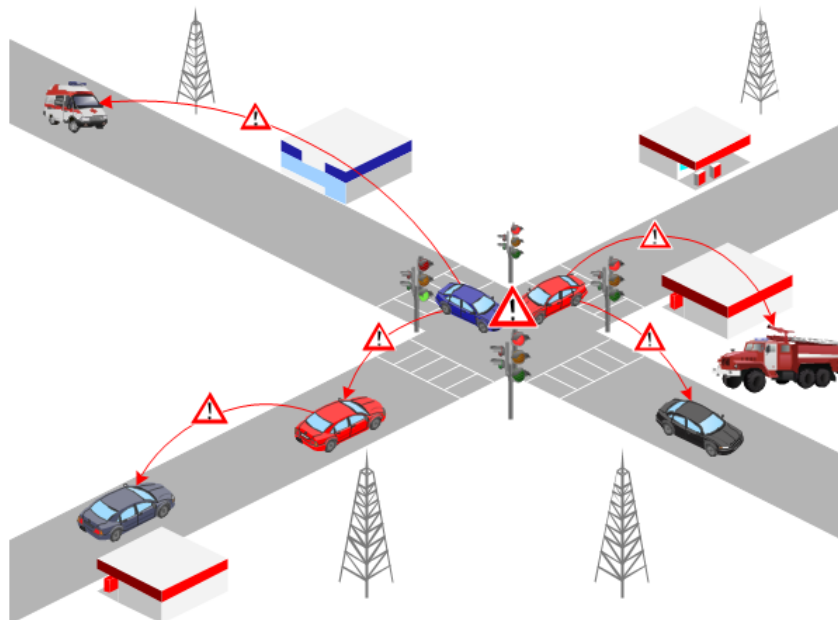


Figure 2.3: Diffusion d'un message d'alerte (cas d'un accident)[16].

### 2.6.2 Les applications de gestion du trafic

Les applications de gestion du trafic peuvent jouer un rôle important dans l'amélioration des conditions de circulation, la réduction des embouteillages, l'évitement des congestions et les risques d'accidents, la réduction de la durée des voyages et la consommation d'énergie...etc.

### 2.6.3 Les applications de confort

Les réseaux VANETs peuvent offrir aussi des services liés au confort des passagers durant leurs voyages comme : l'accès à Internet, les jeux en réseau, le téléchargement des fichiers, la messagerie, les paiements automatiques, etc. [8].

Une des applications de confort les plus importantes est l'accès à

l'information de disponibilité des espaces de stationnement, qui est devenu maintenant, un domaine de recherche important. On trouve dans la littérature plusieurs propositions pour localiser l'espace de stationnement disponible à la destination souhaitée.

## **2.7 Technologies et standards VANETs**

IEEE 802.11P se combine pour former l'architecture WAVE. La famille IEEE 1609 ajoute des piles de protocole IEEE 802.11P pour donner une image complète de WAVE.

### **2.7.1 WAVE IEEE 1609**

La famille IEEE 1609 pour WAVE définit l'accès de sécurité des échanges, l'architecture, les modèles de communication, l'obtention de l'accès physique pour la haute vitesse [10]. Il contient plusieurs couches (voir figure 2.4), chacune d'elles définie par un numéro de type 1609.x

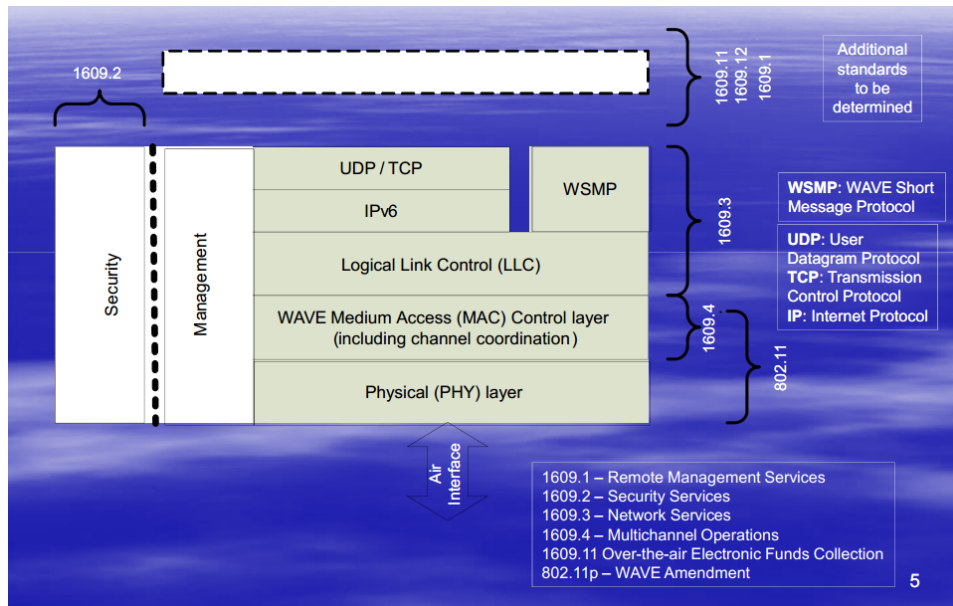


Figure 2.4: L'architecture pour WAVE [10].

**IEEE 1609.1:** Pour la gestion des ressources il traite de la façon dont les données circulent et décrit les principales caractéristiques du système WAVE. Il traite également de la façon dont définit aussi le format de message de commande et le format de stockage de données.

**IEEE 1609.2:** -Pour la sécurisation des messages d'application et de gestion. WAVE supporte peu de services de sécurité génériques comme la confidentialité, l'authentification, l'autorisation et l'intégrité .l'intégrité.

**IEEE 1609.3:** Pour les services de niveau réseau et de transport incluant l'adressage et le routage. Les services réseau comprennent également la sous-couche de contrôle de liaison logique, pour le trafic IP et WSMP.

**IEEE 1609.4:** Pour la coordination et la gestion des canaux (la couche MAC coordonne ce paquet qui est transmis dans le canal RF approprié au bon moment).

**IEEE 1609.11:** Over the Air définit le Pprotocole d'échange de données de paiement électronique pour ITS- Il traite généralement des services et du format de message sécurisé pour prendre en charge les paiements électroniques. Les détails du paiement électronique comprennent les factures, les reçus et la preuve de paiement.

**IEEE 1609.12:** Attribution des identificateurs : Cette norme traite de l'attribution des identificateurs WAVE.

### 2.7.2 ESTI

ETSI est une organisation à but non lucratif dont le rôle est de produire des normes de télécommunications pour le présent et le futur. Basé à Sophia Antipolis en France, l'ETSI est officiellement responsable de la normalisation des Technologies de l'information et de la communication (ICT) pour l'Europe

De manière similaire au modèle wave IEEE, l'ETSI a défini son architecture en couches (cf. Figure 2.5).

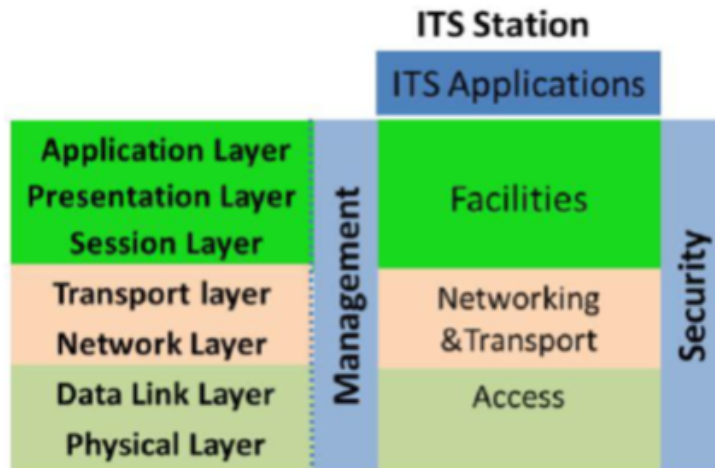


Figure 2.5: L'architecture ETSI.

## 2.8 Défis des réseaux de véhicules

De nombreux défis et problèmes surviennent lors de la tentative de déploiement de solutions de réseau de véhicules. Certains d'entre eux sont environnementaux, comme les contraintes des scénarios urbains par rapport aux milieux ruraux, tandis que d'autres sont liés aux coûts industriels et d'autres sont des contraintes liées à l'homme. Le tableau 2.1 résume les principaux défis de VANET dans un souci d'exhaustivité [12].

Problème	La description
Mobilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitesses élevées provoquant des changements de topologie rapides et fréquents.</li> <li>• Temps de communication limité entre les nœuds.</li> <li>• Densité de réseau hautement variable.</li> </ul>
Facteur humain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment présenter des données / recommandations au conducteur sans distraction ni surcharge d'information.</li> <li>• Différents conducteurs = différents Capacités, temps de réaction, etc.</li> <li>• Résistance à la conduite hors de nos mains.</li> </ul>
Coût	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choix de la technologie des communications.</li> <li>• Nombre d'antennes.</li> </ul>
Timing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment s'assurer que l'accès au support est assuré chaque fois que cela est nécessaire (protocole MAC).</li> <li>• Comment éviter la congestion et la sécurité des paquets.</li> <li>• Comment mettre en œuvre et maintenir la QoS.</li> </ul>
Fiabilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment s'assurer que les données sont correctement reçues par le destinataire prévu.</li> <li>• Comment résoudre le problème entre synchronisation et fiabilité</li> </ul>
Environnement rural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haute vitesse.</li> <li>• Caractéristiques de sécurité physique limitées (par exemple, garde-corps, séparation entre les directions de conduite, etc.).</li> </ul>
Environnement urbain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problèmes de connectivité liés aux bâtiments.</li> <li>• Nombre élevé de nœuds de communication.</li> <li>• Présence d'usagers vulnérables de la route.</li> <li>• Intégration dans le concept de «ville intelligente».</li> <li>• Scénarios de risque: avertissement d'intersection, avertissement d'utilisateur de route vulnérable, etc.</li> </ul>

Tableau 2.1: Principaux défis de VANET [12].

## 2.9 Conclusion

Les technologies avancées d'information et de communication (TIC) développe des systèmes pour des véhicules intelligents (Intelligent transportation Systems ITS) et offrent des solutions aux problèmes du transport pour l'évolution des réseaux véhiculaires.

Dans ce chapitre, nous avons donné une vue générale sur les Véhicules intelligents. Ensuite, nous avons donné un aperçu sur les réseaux VANET qui ne sont qu'une particularité des réseaux sans fil MANET. Après, nous avons présenté les architectures de communication, les caractéristiques et les applications des VANETs.

Le prochain chapitre traite un problème particulier des systèmes de transport intelligents qui est la gestion des parking et les systèmes de stationnement intelligents.

## Chapitre 3

# Les techniques utilisées pour la gestion intelligente des parkings

### 3.1 Introduction

Il est connu que la plupart des trajets d'une voiture commencent et se terminent à un parking, mais la croissance rapide du nombre des véhicules dans le monde intensifie le problème du manque d'espace de stationnement. Sans utiliser des techniques efficaces et intelligentes, il est difficile de trouver pour ce nombre croissant de véhicules, un espace de parking. Les systèmes de transport considèrent la gestion des parkings comme une composante importante, visant à gérer de façon efficace les espaces vides de stationnement .

Dans cet objectif, un grand nombre de systèmes automatisés d'aide au stationnement PAS " Parking Assistant Systems" ont été proposés pour maximiser à la fois la sécurité et la commodité du stationnement.

Dans ce chapitre, on va présenter les aspects liés à un système de parking, les technologies utilisées, les techniques employées et certains projets implémentés à travers le monde.

### 3.2 Système de parking

Un parking est un espace vaste qui a une ou plusieurs entrées et sorties (voir figure 3.1). Il se compose de plusieurs places de stationnement de différentes dimensions, séparées entre eux par des lignes. Ces places sont séparées en bloc limités par des routes. Plusieurs blocs forment une zone et plusieurs zones forment un étage.



Figure 3.1: Système de parking [7].

### 3.3 Gestion d'un parking

Pour une gestion efficace d'un parking, il est nécessaire que l'accès soit interdit lorsqu'il est complet, ce qui permet d'éviter à l'automobiliste de perdre du temps à circuler dans un parking sans place. L'opérateur dans un parking peut informer les conducteurs par une signalisation bicolore (feu rouge et feu vert) à l'entrée de la voie d'accès du parking ou en utilisant une barrière à l'entrée (voir figure 3.2) [5].

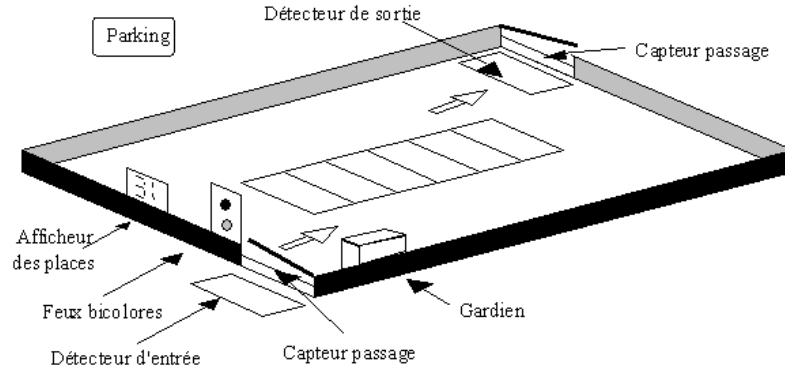


Figure 3.2: Un système de parking avec feux bicolore et des barrières [5].

Pour rendre la gestion plus efficace et plus fiable, il est impératif de faire appel aux technologies modernes permettant de détecter les places de stationnement disponibles en un délai très court. Dans ce contexte, plusieurs technologies sont utilisées.

### 3.4 Technologies de détection de véhicule

Il existe deux principaux types de capteurs de détection de véhicules qui sont: des capteurs intrusifs et non intrusifs. Les capteurs intrusifs détectent un seul véhicule et doivent être placés en dessous d'un véhicule ou sur le côté au bord de route. Les capteurs non intrusifs peuvent détecter plusieurs véhicules en même temps et doivent être placés au-dessus dans un endroit où de nombreux véhicules peuvent être détectés [15].

#### 3.4.1 Capteurs intrusifs

Les capteurs intrusifs sont installés sur ou au bord d'une route. Lors de l'installation, le trafic est arrêté et la morphologie de la route est

modifié ce qui augmente le risque d'endommagement par les véhicules. Des exemples de capteurs intrusifs comprennent la boucle inductive, le tube routier pneumatique, le magnétomètre et les capteurs du système magnétique.

#### 3.4.1.1 Boucle de détection inductive (IDL)

Le détecteur de boucle inductive est le capteur intrusif le plus courant. Une bobine est placée sous l'endroit où la voiture passera. Initialement, un signal avec une fréquence de 10 à 50 est généré. Lorsque la voiture passe ou elle est à l'arrêt sur la bobine (voir figure 3.3), le métal diminue l'inductance dans la bobine, ce qui change la fréquence. Lorsque ce changement de fréquence dépasse un certain seuil cela signifie qu'un véhicule est passé.

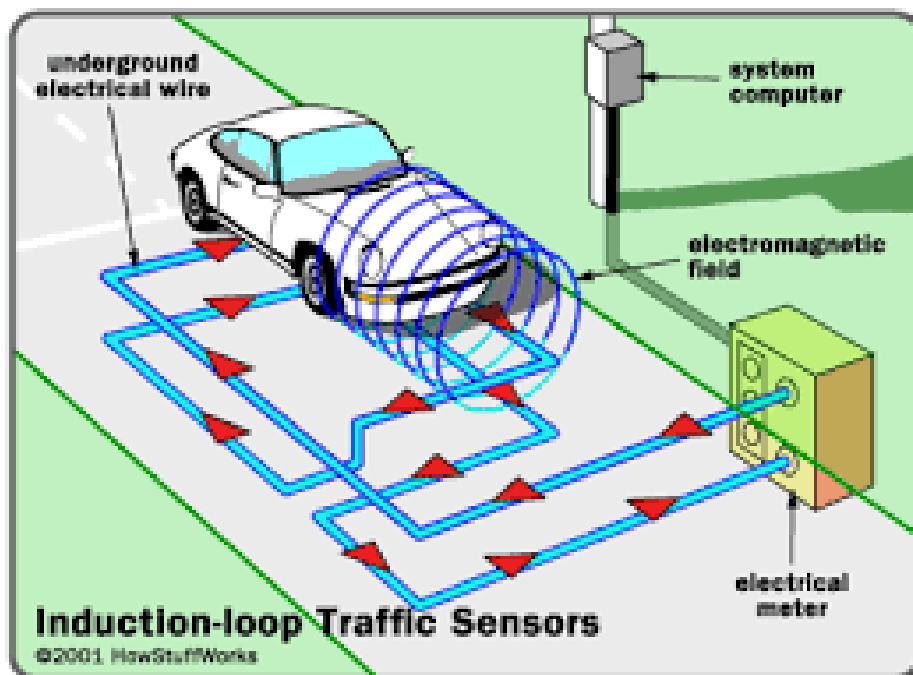


Figure 3.3: Boucle de détection inductive [15].

### 3.4.1.2 Tube pneumatique

Un tube pneumatique est une méthode simple et peu coûteuse de compter les voitures qui dépassent. Dans ce système, un long tube en caoutchouc, placé perpendiculairement à la direction du trafic, est relié à un commutateur transférant les données acquises à une unité de traitement (voir figure 3.4). Lorsqu'une voiture passe, la pression d'air dans le tube ferme le commutateur, ce qui indique au processeur qu'une voiture est passée. L'inconvénient de ce système est qu'il est sensible à la température, produit des lectures inexactes lorsque des bus ou des camions le traversent.



Figure 3.4: Tube pneumatique [15].

### 3.4.1.3 Capteurs magnétiques

Dans les méthodes magnétiques de détection de voiture, la perturbation du champ magnétique terrestre causée par le passage des véhicules est mesurée et utilisée pour détecter les voitures (voir figure 3.5).

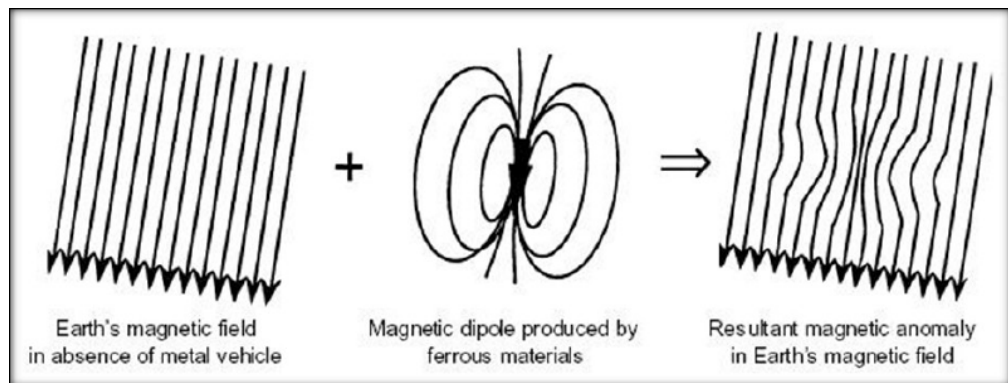


Figure 3.5: Capteurs magnétiques [17].

#### 3.4.1.4 Pesage en mouvement (Weigh-in-motion "WIM")

WIM se compose d'un capteur piézoélectrique posé sur un canal traversant la route (voir figure 3.6) qui sert à peser le mobile qui le traverse. Il peut être utilisé dans des sites spécifiques pour l'application ou le contrôle d'accès. Il est toujours combiné avec d'autres systèmes, intrusifs ou non intrusifs, pour fournir des contrôles croisés supplémentaires sur les données collectées.

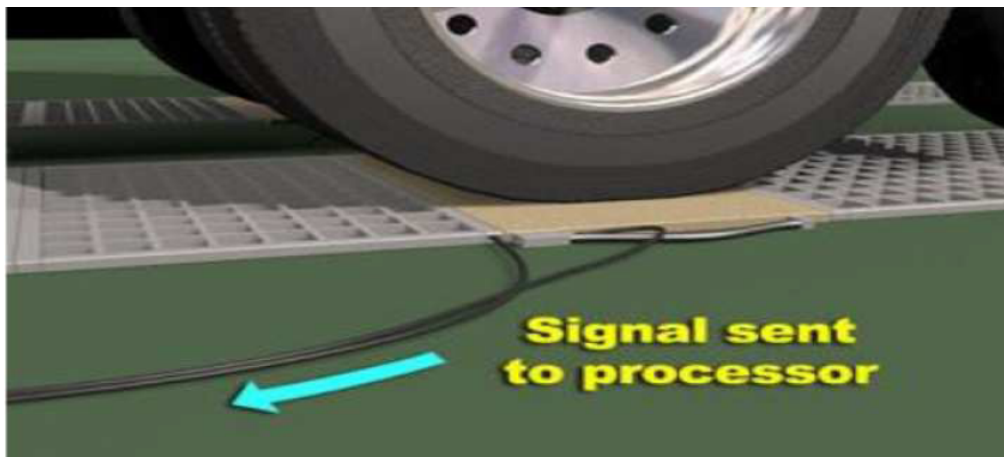


Figure 3.6: système de Weigh-in-motion "WIM".

### 3.4.2 Capteurs non intrusifs

A l'opposé des capteurs intrusifs, l'installation et la maintenance des capteurs non intrusifs n'affectent pas la route ou le trafic. Les types de capteurs non intrusifs incluent le radar à micro-ondes, le système acoustique passif, l'infrarouge passif, le RFID et les capteurs à ultrasons. Une image d'une caméra vidéo peut également être utilisée pour détecter les voitures.

#### 3.4.2.1 Radars hyperfréquences

Les capteurs radar à micro-ondes émettent un signal électromagnétique ayant une fréquence comprise entre 1 et 30 GHz et détectent les objets par leur reflet du signal, comme le montre la (Figure 3.7).

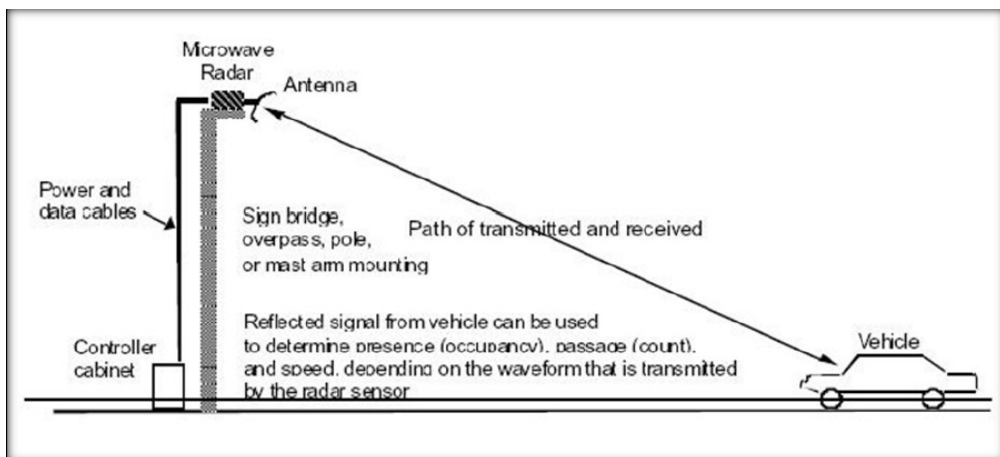


Figure 3.7: Explication de l'utilisation d'un capteur radar à micro-ondes [15].

#### 3.4.2.2 Capteurs infrarouges actifs

Les véhicules sont détectés à l'aide de capteurs infrarouges de la même manière que le radar à micro-ondes. Les signaux infrarouges ont une fréquence beaucoup plus faible que les micro-ondes et sont plus sensibles aux conditions environnementales telles que le brouillard ou la neige. Un capteur infrarouge

peut émettre de multiples faisceaux pour détecter avec précision la position et la vitesse des voitures qui passent.

#### **3.4.2.3 Capteurs à ultrasons**

Les capteurs à ultrasons fonctionnent avec le même principe des capteurs radar à micro-ondes mais en utilisant des signaux ayant une fréquence entre 25 et 50 kHz, supérieure à la portée auditive d'un humain.

#### **3.4.2.4 Traitement d'image/ vidéo**

Une ou plusieurs caméras sont utilisées pour le traitement d'image/vidéo. Un logiciel est nécessaire pour traiter les images/vidéos prises par les caméras. Ce traitement se fait habituellement en examinant la différence entre les images/vidéos consécutives d'une zone d'analyse surveillée par une caméra.

### **3.5 Système de stationnement**

Un Système de stationnement est un système automatisé qui permet aux conducteurs de trouver des espaces de stationnement plus facilement en un temps limité. Par apport aux systèmes de stationnement classiques (aléatoires), un tel système a plusieurs avantages [15] :

1. Permet aux voitures de stationner facilement dans une petite zone,
2. Réduit la congestion et les états de blocage dans les parkings,
3. Amélioration de la flexibilité de conception pour les zones nécessitant des parkings,
4. Capacité d'accueillir les nouvelles utilisations du parking et de répondre aux nouvelles demandes,

5. Réduit les impacts sur l'environnement, car une voiture consomme moins de carburant et libère moins de gaz toxiques tels que le monoxyde de carbone.

### 3.6 Catégories du système de gestion de stationnement de voiture

Selon les technologies utilisées, les systèmes de gestion du stationnement peuvent être classifiés en quatre principales catégories [15].

#### 3.6.1 Le système à base du comptage

Dans ce système, des capteurs installés à l'entrée et à la sortie du parking pour compter le nombre de voitures entrants et quittant chaque section. Ce système calcule simplement le nombre de places disponibles dans une section en utilisant l'équation suivante :  $nb\text{-disp} = nb\text{-tot} - nb\text{-ent} + nb\text{-qt}$ . où  $nb\text{-disp}$  /  $nb\text{-tot}$  : Nombre de places disponibles /total dans le parking  $nb\text{-ent}$  /  $nb\text{-qt}$  : le nombre de véhicules entrant /quittant le parking La simplicité de ce système permet d'aider un conducteur à choisir une place dans le parking en utilisant l'affichage du nombre de places disponibles à chaque niveau comme illustré dans la (figure 3.8).



Figure 3.8: Parking géré par un système de comptage [17].

### 3.6.2 Le système à base du traitement d'images

La technique basée sur le traitement des images utilise une caméra pour prendre une photo du parking afin de détecter les places vacantes voir ( figure 3.9). Le conducteur aura à l'entrée du parking un écran affichant l'état du parking et l'ensemble des places disponibles à chaque niveau.



Figure 3.9: Parking géré par un système de traitement des images [15].

### 3.6.3 Le système à base de capteurs ultrasons

Ce système dispose de capteurs à ultrasons dans chaque parking reliés par des câbles à une unité centrale de traitement. Ce système fournit des données sur la disponibilité des places, mais il coûte cher car beaucoup de capteurs sont nécessaires et beaucoup de câblage est requis.

### 3.6.4 Le système à base de communications sans fil

Ce système utilise des nœuds installés tout autour du parking et échangent leurs données via un communication sans fil. Cela élimine le besoin de coûts d'installation et de maintenance et rend le système plus flexible. (La figure 3.10) illustre un exemple de système, où les nœuds sont dotés de capteur de lumière, d'acoustique et de température et transmettent leurs données via Internet à un centre de traitement. Les conducteurs peuvent à tout moment vérifier la disponibilité dans un parking en consultant en ligne la base de données des parking.

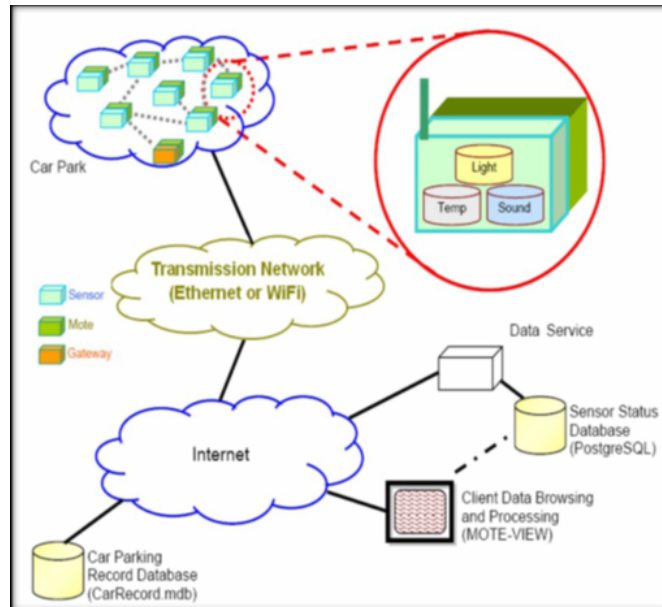


Figure 3.10: Un système de parking à base de communication sans fil [15].

### 3.7 Projets de gestion de parking

#### 3.7.1 Projet Sfpark à base de capteurs fixes

Dans ce système, des capteurs sont installés dans les garages ou à côté de chaque place de parking dans la rue ou même fixés au plafond (voir figure 3.11). C'est en fonction de couleur, qu'un conducteur peut connaître si une place est occupée (rouge) ou non (verte).

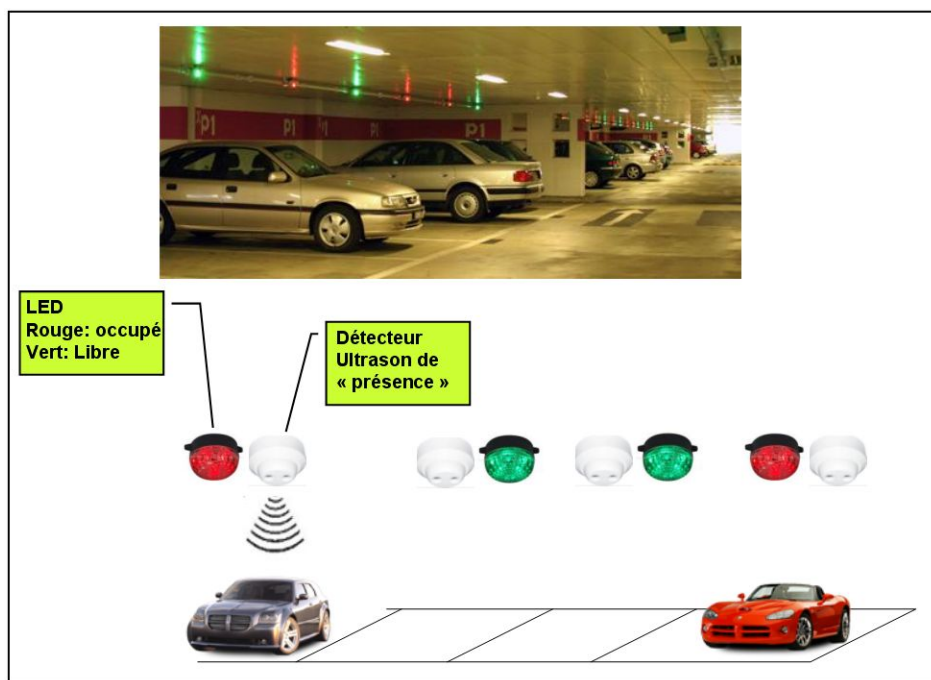


Figure 3.11: système de capteurs d'occupation installés dans les parking [18].

Sfpark est un projet ambitieux qui utilise des capteurs fixes installés pour chaque place de stationnement (voir figure 3.12). Ces capteurs sans fil collectent les données sur les places de parking et l'envoient au centre de traitement. Ces données sont traitées par mois afin de déterminer comment, où et quand ajuster les prix afin d'atteindre un objectif d'environ 20% disponibilité [11].

Lorsque les nouveaux prix sont calculés, ils sont envoyés aux compteurs sans fil afin de les mettre à jour.



Figure 3.12: Les compteurs SFpark [19].

### 3.7.2 Projet ParkNet à base de capteurs mobiles

Les capteurs mobiles sont des capteurs installés dans les véhicules. Lorsque vous conduisez dans une voiture équipée d'un capteur, il détectera les voitures garées au côté de la rue et c'est au GPS de définir la localisation de cette place.



Figure 3.13: Un capteur monté sur une voiture [14].

ParkNet est une application de surveillance de stationnement mobile qui utilise ces capteurs, où chaque véhicule est équipé d'un récepteur GPS et d'un télémètre à ultrasons orienté installé côté passager pour déterminer l'occupation des points de stationnement (voir figure 3.14). L'application atteint une précision d'environ 95 % en termes d'obtention des informations sur les places de stationnement. Les données sont agrégées et envoyées à un serveur central, qui construit une carte en temps réel sur la disponibilité de stationnement et peut fournir cette information aux clients qui interroge le système à la recherche de places de stationnement [13].

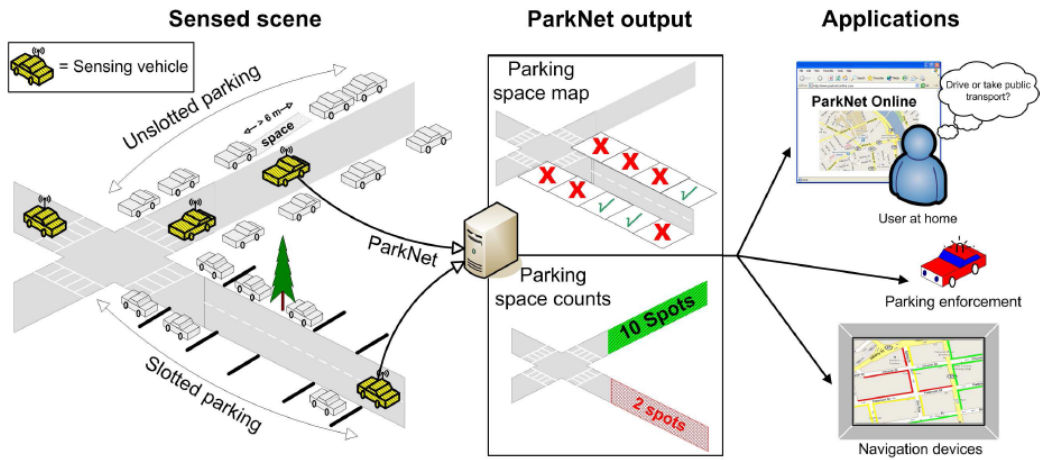


Figure 3.14: Projet de stationnement ParkNet à l'aide de capteurs mobiles [13].

### Comparaison entre Sfpark et Park net

Sfpark	Parknet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilise des capteurs fixes qui assurent une surveillance continue.</li> <li>• Nécessite beaucoup de capteurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilise des capteurs mobiles.</li> <li>• Moins couteux.</li> <li>• Nécessite moins de capteurs.</li> </ul>

Tableau 3.1: Comparaison entre Sfpark et Park net.

### 3.7.3 Projet de système avec Smart phones

Open Spot et Roadify sont deux applications conçues pour les Smartphones (voir figure 3.15 et figure 3.16). Le concept des deux applications est à peu près le même et se base sur la coopérativité des utilisateurs. Lorsque vous êtes sur le point de quitter votre place de stationnement, vous signalez ceci avec votre téléphone afin que quelqu'un qui cherche actuellement une place puisse la trouver [11]. Donc, ces projets se reposent complètement sur les utilisateurs et ne nécessitent l'installation d'aucun capteurs. Mais, lorsqu'il n'y a aucun

utilisateur actif dans une ville le système est inefficace.

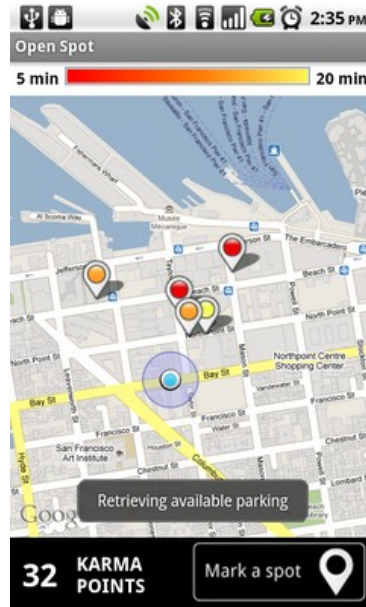


Figure 3.15: Capture d'écran du Open Spot Application pour iPhone.

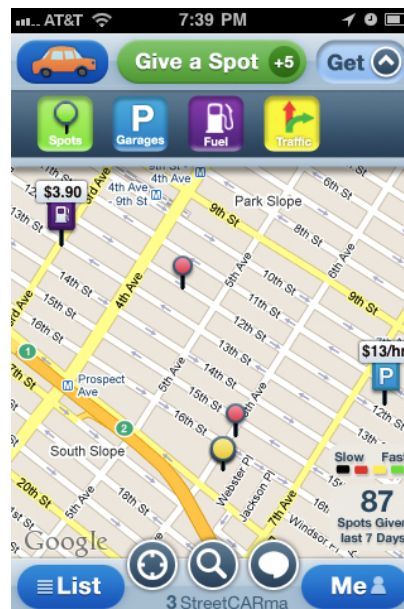


Figure 3.16: Capture d'écran de Roadify Application pour Android.

### **3.8 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons donné une vue générale sur le système de parking et sa gestion . Ensuite nous avons détaillé les technologies de détection de véhicule. Après , nous avons donné un aperçu sur les quatre principaux catégories du système de gestion de stationnement de voiture. A la fin, nous avons également présenté les projets de gestion de parking qui existe et ont été bien détaillés.

## Chapitre 4

# Les technique de réservation de place dans un parking a base de vanet, et résultat de simulation

### 4.1 Introduction

VANET est une nouvelle technologie qui traite les véhicules en déplacement comme des nœuds dans un réseau. Les véhicules de VANET peuvent communiquer entre eux ou avec les infrastructures qui, à leur tour, peuvent communiquer avec l'ensemble du réseau en utilisant l'un des moyens de communication disponibles.

Les systèmes contextuels sont ceux qui ont la capacité de détecter le contexte environnemental en utilisant différents types de capteurs, raison de ce contexte, puis fournir des services appropriés aux utilisateurs en fonction du contexte actuel. Trois sous-systèmes doivent être impliqués dans tout système qui soit conscient du contexte, qui sont des sous-systèmes de détection, de raisonnement et d'action .

Ce chapitre présente des architectures des systèmes des stationnements intelligentes contextuelle dans les VANET, avec une explication chacun de

ces architectures. À l'aide de ces techniques proposées, les architectures ont été construites pour localiser et réserver un espace de stationnement dans la destination souhaitée en fonction de la demande du conducteur.

Ensuite nous allons simuler un mécanisme de réservation de parking sur la base du protocole de routage IRTIV, ainsi que d'évaluer les résultats de simulation que nous avons obtenus. Pour ce faire, nous avons choisi d'utiliser le simulateur NS-2 (Network Simulator)[23].

## **4.2 Decentralized Discovery of Free Parking Places**

Les auteurs de [20] présentent une solution pour informer les conducteurs de la situation du stationnement dans les zones urbaines. Ils proposent un algorithme qui exploite les techniques de diffusion de l'information (atomiques ou agrégées) pour construire une carte de trafic spatio-temporelles contenant des informations utiles telles que la disponibilité du stationnement [1].

### **4.2.1 Suppositions l'algorithme**

L'algorithme est complètement distribué où chaque véhicule diffuse périodiquement à ses voisins à un saut les informations sur les états des espaces de stationnement dans le voisinage. Pour faire ils considèrent les propositions suivantes sur les automates de stationnement, l'organisation de la carte, les types et les formats des messages et l'organisation d'un nœud :

#### **4.2.1.1 Les automates de stationnement**

Les automates de stationnement sont les producteurs des rapports sur les états d'un parking. Ils peuvent détecter à tout moment, le statut d'un espace de parking et diffuser ces informations de la façon décrite ci-après.

#### 4.2.1.2 Organisation de la carte

Les espaces de stationnement sont structurés hiérarchiquement sous forme d'une grille (voir figure 4.1). Chaque niveau de la grille représente les dimensions spatiales de la région couverte et les informations consolidées pertinentes. Les différents niveaux de la grille seront utilisés pour la création des agrégats des messages.

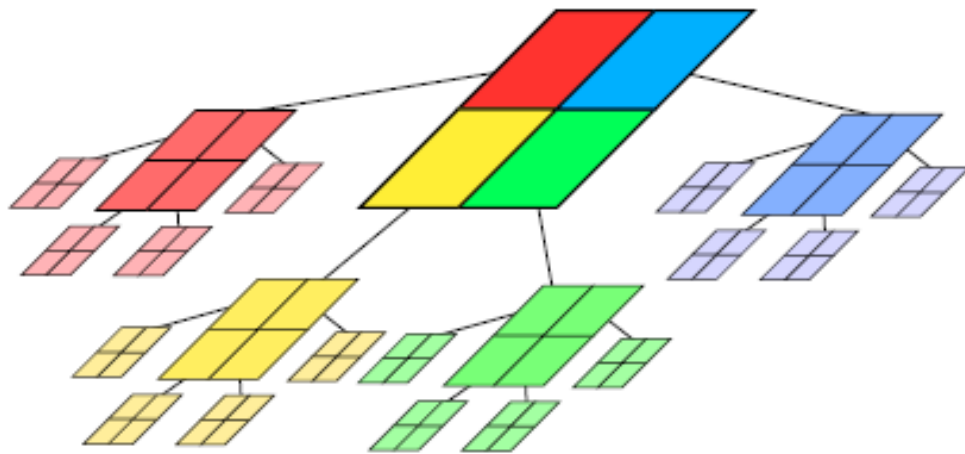


Figure 4.1: la structure de la grille.

#### 4.2.1.3 Types et formats des messages

Les véhicules échangent périodiquement des informations sur l'état de la route et de la circulation. Les auteurs ont ajouté à ces informations celles concernant le stationnement. Elles ont deux dimensions une temporelle et une spatiale et peuvent être atomiques ou agrégées :

**Information atomique :** Les informations atomiques représentent des informations concernant un seul emplacement de stationnement observé par un automate de stationnement. Les informations atomiques ont les attributs suivants :

- ID: Chaque emplacement de stationnement possède un identifiant unique couplé à son nom.
- POO: Le point d'origine est un point dans le géo-espace tridimensionnel qui spécifie l'emplacement de la ressource.
- TOO: L'heure d'origine est le temps de diffusion initial d'un rapport.
- La capacité  $C(P_n) \gg 0$  d'une aire de stationnement  $P_n$  est le nombre maximal d'emplacements disponibles.
- L'occupation  $O(P_n) \geq 0$  d'une aire de stationnement  $P_n$  : est le nombre d'emplacements occupés d'une aire de stationnement  $P_n$  avec  $O(P_n) \leq C(P_n)$ .

**Information agrégée :** Les informations agrégées représentent des informations collectées (compressées) sur une zone, puisque l'utilisation de la hiérarchie, permet de créer des rapports de situation de stationnement pour plus de régions géographiques contenant plus d'un espace de stationnement. Les régions couvertes sont disjointes et hiérarchiquement organisés.

#### 4.2.1.4 Organisation d'un nœud

Pour le bon fonctionnement du protocole et afin d'augmenter la fiabilité en termes de délai, chaque véhicule maintient un cache pour sauvegarder les informations atomiques et agrégées. Donc, en utilisant ses données, un véhicule échange périodiquement ses données avec ses voisins. En cas de redondance, la donnée la plus récente est sauvegardée est les autres sont supprimées.

#### 4.2.2 Fonctionnement de l'algorithme

Au début, chaque véhicule commence par un cache vide, c'est-à-dire qu'il n'a pas obtenu de rapport de ressource. Tout au long de son trajet, un véhicule

reçoit les rapports envoyés par les véhicules ou les infrastructures (automates), sur les espaces de stationnement. Ces rapports sont comparés et classés en fonction de critères prédéfinis.

Ainsi, il est évident qu'un conducteur reçoit des informations inexactes sur les régions lointaines et des informations précises sur son voisinage. Les informations inexactes reçues, c'est-à-dire des agrégats de différents niveaux, sont utilisées pour déterminer la zone de stationnement la mieux adaptée.

### **4.3 An InfoStation-Based Context-Aware On-Street Parking System**

Ce système proposé par les auteurs dans [21] se repose sur le concept d'InfoStations, qui fournit une couverture sans fil de cette zone de stationnement (IS) pour localiser et réserver un espace de stationnement (voir figure 4.2 ). Ainsi, les détails de stationnement sont disponibles par les IS sur courte portée seulement puisque le système utilise la technologie DSRC. Pour dépasser cette limitation, les auteurs ont proposé d'utiliser une IS centralisée qui surveille et contrôle les zones géographiquement intermittentes.

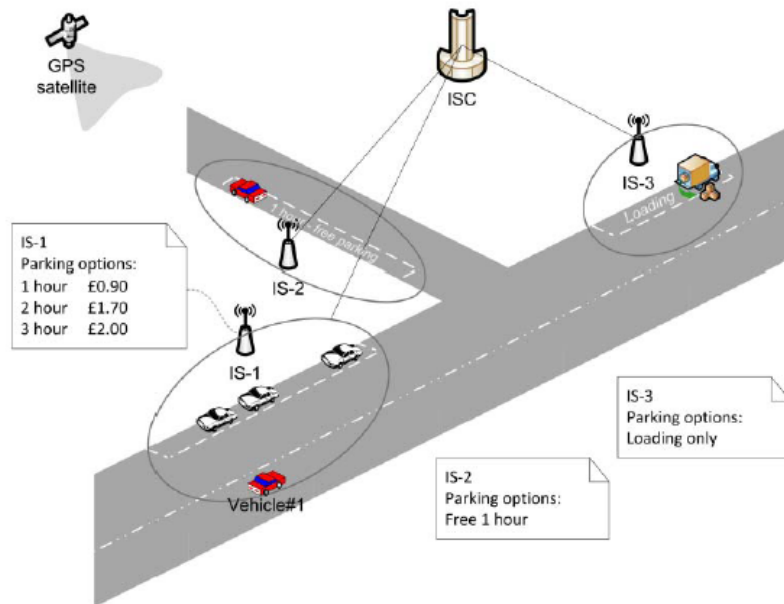


Figure 4.2: Scénario du système de stationnement.

### 4.3.1 ARCHITECTURE DU SYSTÈME

L'architecture du système de localisation et de réservation du stationnement proposé, repose sur l'interaction entre les ISs, l'ISC et les véhicules. (La figure 4.3) illustre le déploiement réseau à trois niveaux, qui constitue la base de toute l'architecture. Les nœuds sont organisés de telle sorte que chaque étage exécute une fonction dédiée.

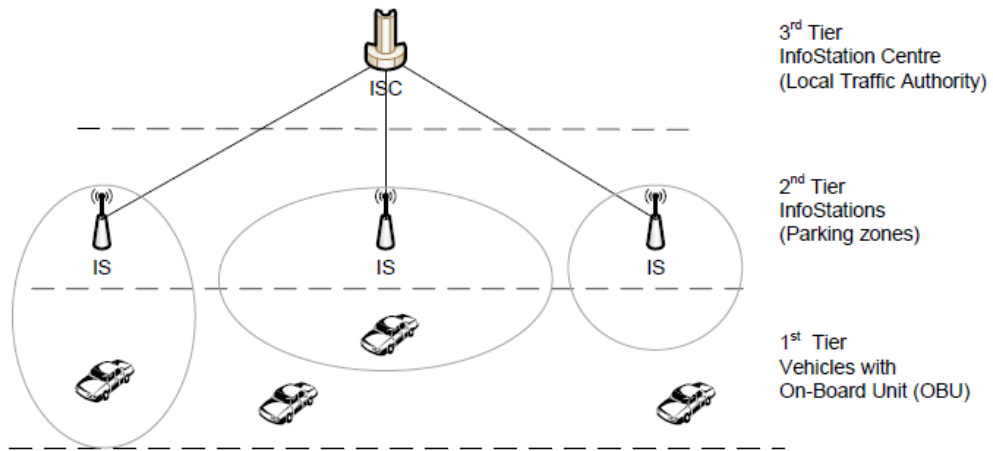


Figure 4.3: Déploiement du réseau à trois niveaux.

- Le premier niveau montre les véhicules, chacun avec sa propre OBU. L'OBU peut communiquer avec les véhicules voisins ou avec l'IS. Lorsqu'un véhicule entre dans la zone de couverture d'un IS, il ne peut échanger des données qu'avec l'IS en lui adressant ses demandes.
- Le deuxième niveau est formé des ISs. Un IS stocke les informations sur la politique de stationnement et les comparent le contenu du message de demande avec les politiques de stationnement
- Le troisième niveau est le ISC qui agit comme un contrôleur des IS.

### 4.3.2 Fonctionnement du protocole

Le conducteur peut demander le stationnement à tout moment en transmettant ses préférences de stationnements, quelques détails sur le véhicule et d'autres sur son permis de conduire. Le IS traite la demande selon les politiques de stationnement stockées, c'est-à-dire si le stationnement est autorisé pour des véhicules ou des camions, qu'il soit alloué à tous les conducteurs ou réservé aux conducteurs handicapés. Le conducteur. A la fin du traitement, l'IS répond adéquatement au véhicule.



## 4.4 Reaching Available Public Parking Spaces in Urban Environments using Ad-hoc Networking

Dans [22], le problème de localisation d'un espace de stationnement disponible par un véhicule est considéré comme un problème d'optimisation. Ainsi, un véhicule désirant avoir une place à un parking dans une zone destination, doit sélectionner le meilleur offre en termes de : temps de voyage, , distance à marcher par le conducteur (entre la voiture et la destination finale), la probabilité qu'elle soit prise...etc.

Formulant le problème en tant que problème de voyageur de commerce, les auteurs exploitent les informations sur les places de stationnement qui sont dynamiquement disponibles afin qu'un conducteur choisisse efficacement les endroits disponibles les plus proches de sa destination finale. Les critères utilisés sont les suivants :

1. le temps nécessaire pour arriver à chaque espace disponible.
2. la probabilité de trouver l'endroit en question disponible au moment de l'arrivée.
3. la distance de marche jusqu'à la destination finale
4. les frais de stationnement.

Et puisque le coût calculé ne peut être utile que temporairement à cause de dynamique du réseau routier et du parking, les auteurs utilisent une version modifié de l'algorithme du voyageur de commerce.

### 4.4.1 Calcul de chemin vers l'espace de stationnement

Dans ce protocole, chaque véhicule utilise un algorithme de diffusion afin d'informer les autres véhicules sur la disponibilité des espaces dans son

entourage. Un véhicule à la recherche d'un parking, doit utiliser ces données collectées pour déterminer le chemin à entreprendre afin d'atteindre la place sélectionnée.

Le degré de proximité entre la place de stationnement et la destination peut être déterminé par le conducteur en fonction de la distance à marcher. Trois approches ont été utilisées pour sélectionner une place : l'approche exacte, les approches de groupe et les approches temps réels.

#### 4.4.2 L'Algorithme Exacte

Supposons qu'un véhicule S veut aller à D (voir Figure 4.5 ), quatre emplacements 1, 2, 3 et 4 ont été trouvés. L'algorithme estime le coût entre s et chacun de ces quatre emplacements. Puis, le même processus est répété entre chaque deux points jusqu'à déterminer le chemin le plus adéquat vers la destination.

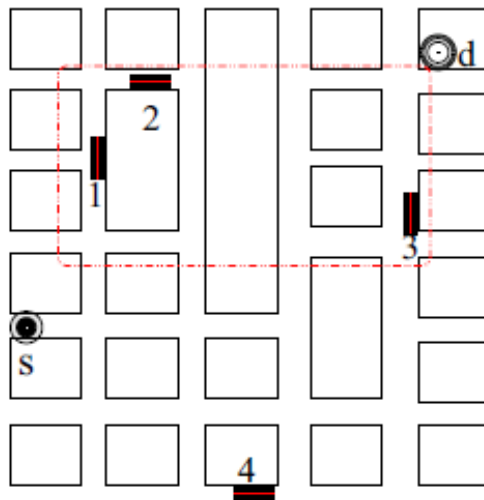


Figure 4.5: Justification de l'algorithme.

### 4.4.3 Approche à base de clustering

Dans cette approche, les places de stationnement géographiquement adjacents sont regroupées en clusters (voir figure 4.6). Donc, au lieu de traiter chaque emplacement séparément, on optimise les calculs en utilisant ces clusters.

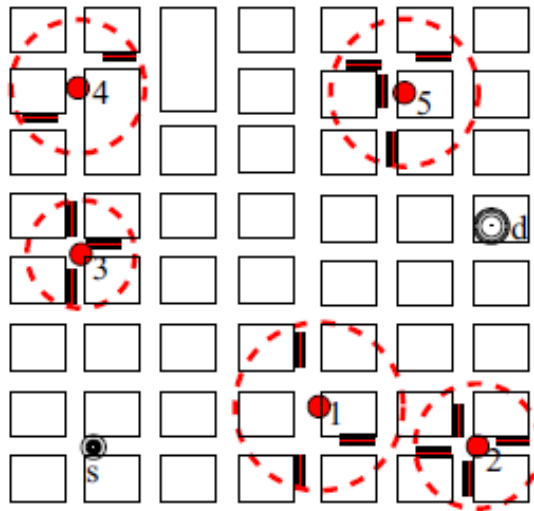


Figure 4.6: Exemple de regroupement.

### 4.4.4 Approche temps réel

Comme un véhicule en mouvements est capable de communiquer avec d'autres pour recevoir continuellement des rapports (mises à jour) sur les places de stationnement. Il peut ajuster sa trajectoire en fonction des rapports reçus sur la disponibilité des places.

## 4.5 Résultat de simulation

### 4.5.1 L'outil de simulation

Network Simulator 2 (NS-2) est un simulateur de réseau informatique à événement discret écrit en langage (C++) avec une interface qui utilise le langage OTcl (Object Tool Command Langage). A travers ces deux langages il est possible de modéliser tout type de réseau et de décrire les conditions de simulation incluant: La topologie réseau, le type du trafic qui circule, les protocoles utilisés, les communications qui ont lieu, etc. NS-2 est principalement utilisé dans la recherche et l'enseignement [23]. Certaines fonctionnalités ont fait de ce programme le simulateur de réseau le plus utilisé. Par exemple : la disponibilité de plusieurs composants et protocoles de réseau standard, l'existence d'une base de code bien documentée, ... etc. En revanche, ce simulateur n'est pas facile à utiliser, car il a été étendu par de nombreux développeurs [23].

### 4.5.2 Évaluation des performances de l'algorithme

Dans cette section, nous allons étudier les performances du protocole de réservation de parking qui basé sur quatre messages (requête, offre, confirmation, et acquittement). Ces derniers sont acheminé au destinations grâce au protocole de routage IRTIV [24](Intelligent Routing protocol using real time Traffic Information in urban Vehicular environment).

#### 4.5.2.1 Scénarios et paramètres de simulations

Nous avons considéré une ville de 9 Km<sup>2</sup>, dont chaque véhicule participant au scénario a une portée de 300 m. La durée de chaque simulation est de 200 s, à chaque simulation on a varié le nombre total de véhicules de 50 véhicules

jusqu'à 300 pour augmenter graduellement la densité du réseau, et le nombre de requêtes de 5 à 45 requêtes. Les propriétés de l'environnement de simulation sont résumées dans le tableau suivant :

Paramètres	Valeurs
Simulateur	NS-2
Taille de la carte (m*m)	3000 x 3000
Modèle de la propagation	Two Ray Ground
Roadmap	Zone urbaine
Nombre de véhicules	[50, 300]
Nombre de requêtes	5, 15, 25, 35, 45
Portée de la transmission (m)	300
Temps de la simulation (s)	200

Tableau 4.1: Paramètres de simulation.

### 4.5.3 Métriques d'évaluation des performances

Il existe un grand ensemble de métriques sur la base desquelles nous pouvons mesurer la performance des protocoles. Nous avons choisi les métriques suivantes:

#### 4.5.3.1 Le délai moyen de bout en bout (Average End to End Delay AVG-delay)

Le délai de bout en bout est le temps qui sépare le moment d'envoi d'une requête et le moment de réception de la confirmation de la réservation de place (Ack). Il inclut le temps de latence pour la découverte de routes, le temps de passage dans les files d'attente des nœuds intermédiaires et le temps de transmission d'un saut vers un autre. Nous mesurons le délai moyen de bout en bout par rapport à tous les paquets reçus pendant la simulation. Cette métrique représente l'efficacité du protocole en termes de temps de réponse et en termes de choix des chemins optimaux.

#### **4.5.3.2 Taux de délivrance des requêtes (Packet Delivery Ratio (PDR))**

Le taux de délivrance des requêtes est le rapport entre le nombre de paquets reçus (par toutes les destinations du trafic) et le nombre de paquets émis (par toutes les sources de trafic). Plus le PDR converge vers 1, plus le protocole est efficace. Cette métrique représente la fiabilité du protocole pour expédier tous les requêtes envoyés.

#### **4.5.3.3 Taux de requêtes satisfaites**

Dans notre scénario on suppose qu'on a 36 places de stationnement dans le parking. Pour effectuer une réservation le demandeur envoie une requête au parking, afin de recevoir ensuite les coordonnées de la première place libre. A la réception de ces coordonnées, le demandeur va renvoyer un message indiquant sa réservation de cette place de stationnement ensuite il va recevoir un ACK depuis le parking confirmant la réservation. Le taux d'occupation des places dans le parking est le rapport entre les requêtes de réservation confirmées par le parking multipliées par 100, et le nombre de places de stationnement dans parking (36 places).

## **4.6 Résultats et interprétation**

Dans cette section, nous présentons les résultats de simulation obtenus:

### **4.6.1 Le délai de bout en bout**

#### **4.6.1.1 Le délai de bout en bout en fonction de nombre de requêtes**

Dans cette expérimentation on a étudié la performance du protocole en termes de délai de bout en bout en fonction de nombre de requêtes. Les résultats obtenus sont présentés dans la (figure 4.7) . La courbe de la figure montre une

augmentation dans le délai de 1.5 secondes jusqu'à 2 secondes en augmentant le nombre de requêtes. Ces résultats peuvent être expliqués par la collision produite par l'envoi massif des requêtes vers un seul nœud fixe du parking.

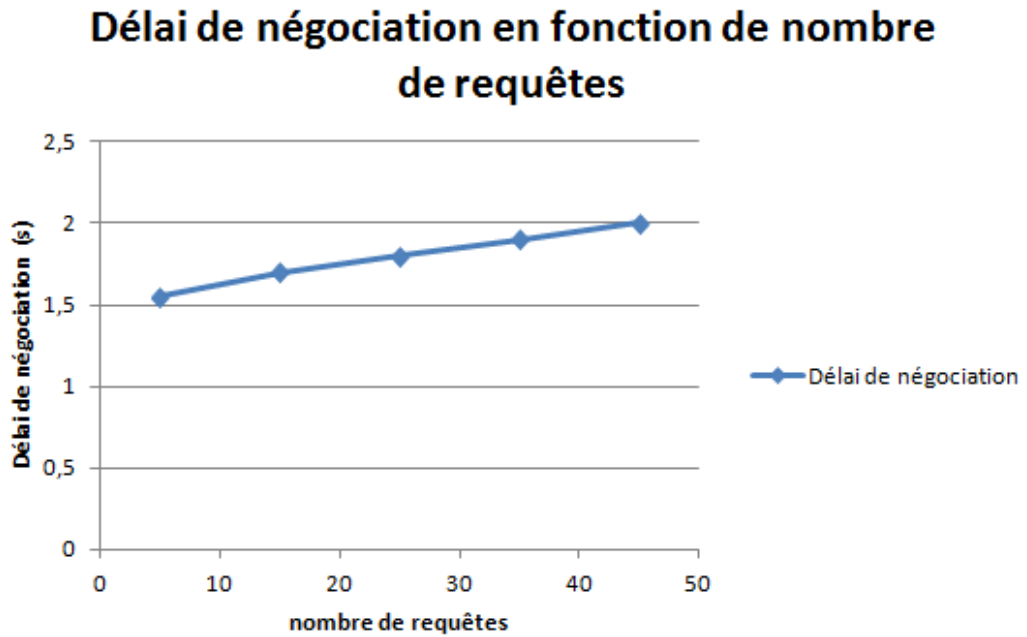


Figure 4.7: Délai de négociation en fonction de nombre de requêtes

#### 4.6.1.2 Le délai de bout en bout en fonction de nombre de véhicules

Pour la performance du protocole en termes de délai de bout en bout en fonction du nombre de véhicules. Les résultats obtenus sont présentés dans la( figure 4.8). La courbe de la figure montre une augmentation dans le délai de 1.5 secondes jusqu'à 1.75 secondes en augmentant le nombre de véhicules. La charge du réseau peut produire des collisions et donc des retransmissions qui engendrent un délai plus grand pour acheminer les requêtes.

## Délai de négociation en fonction de nombre de véhicules

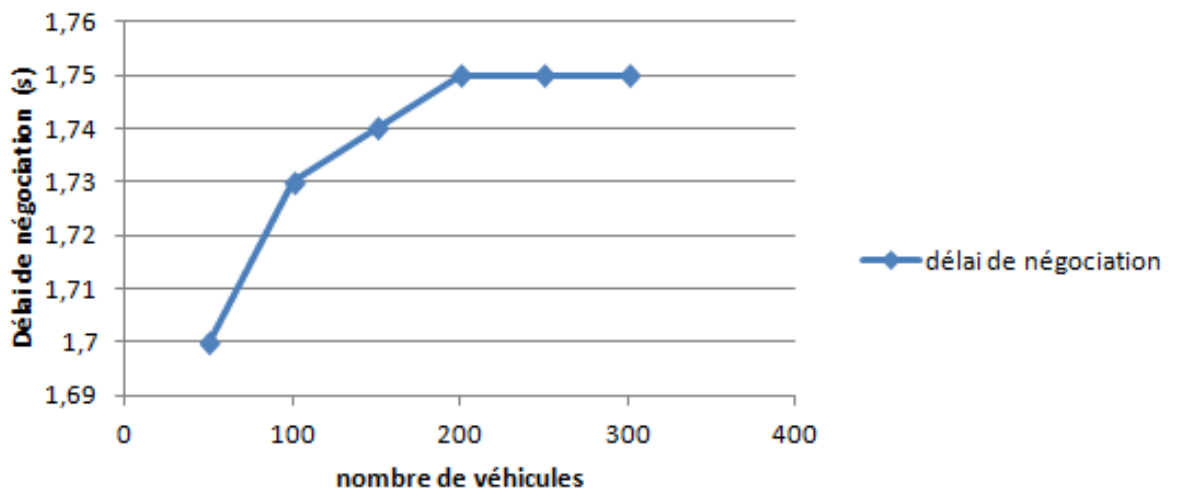


Figure 4.8: Délai de négociation en fonction de nombre de véhicules

### 4.6.2 Taux de délivrance des requêtes

#### 4.6.2.1 Taux de délivrance des requêtes en fonction de nombre de requêtes

Dans cette expérimentation on veut étudier la performance du protocole de réservation de places dans un parking en termes de taux de délivrance des requêtes. Les résultats obtenus en fonction de nombre de requêtes sont présentés dans la (figure 4.9) qui montre que le taux de délivrance de requêtes est en diminution allant de 0.8 à 0.4 en incrémentant le nombre de requêtes. Cette diminution est due à l'augmentation du nombre de requêtes qui peut produire des collisions.

### Taux de délivrance de requêtes en fonction de nombre de requêtes

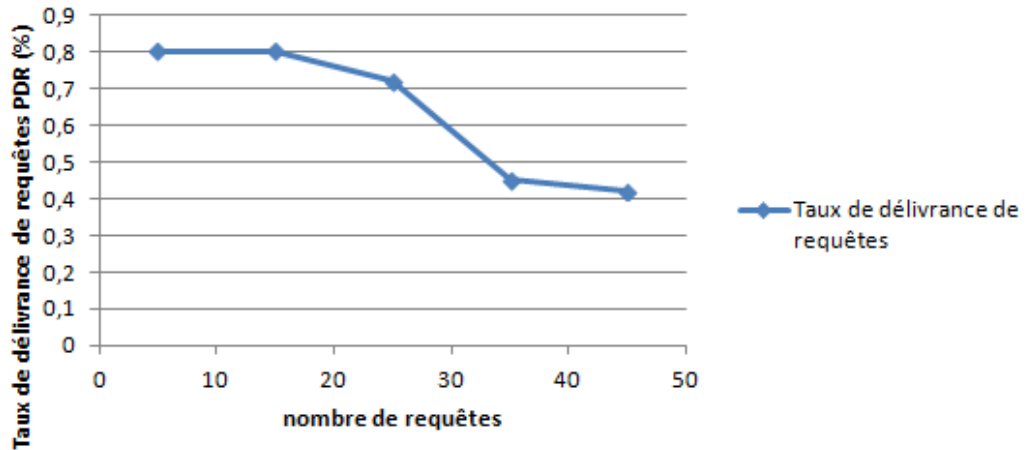


Figure 4.9: Taux de délivrance de requêtes en fonction de nombre de requêtes

#### 4.6.2.2 Taux de délivrance des requêtes en fonction de nombre de véhicules

Dans cette partie on veut étudier la performance du protocole en termes de taux de délivrance des requêtes en fonction de nombre de véhicules. La (figure 4.10) présente les résultats de la simulation où la courbe montre que le PDR varie entre 0.88 et 0.5, ce taux est encore en diminution en raison de la forte densité du réseau qui peut produire des collisions en acheminant les paquets.

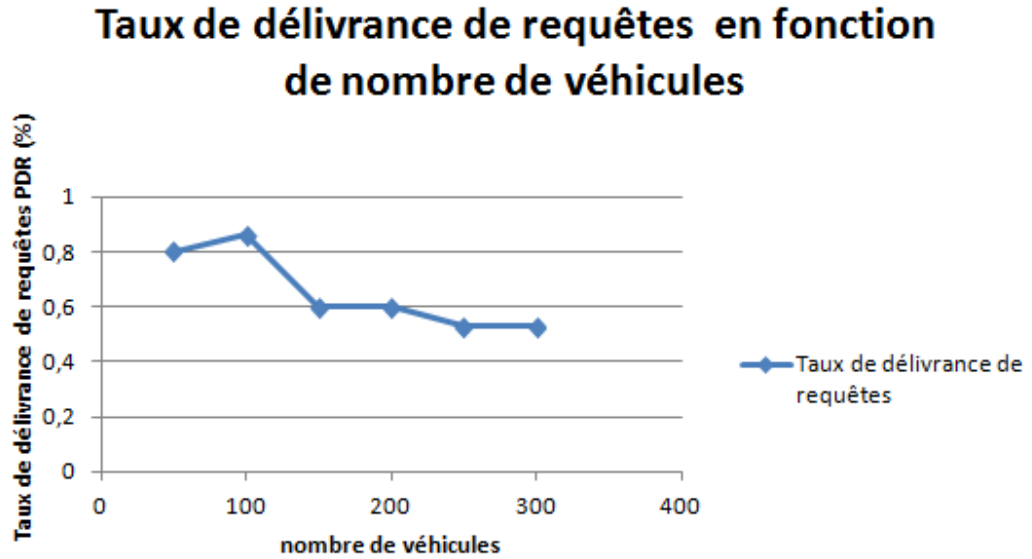


Figure 4.10: Taux de délivrance de requêtes en fonction de nombre de véhicules

### 4.6.3 Taux de requêtes satisfaites

#### 4.6.3.1 Taux de satisfaction de requêtes en fonction de nombre de requêtes

Nous avons choisi d'étudier la performance du protocole en termes de taux de requêtes satisfaites en fonction de nombre de requêtes. Les résultats obtenus de la (figure 4.11) montre que le taux s'augmente en augmentant le nombre de requêtes de 40% jusqu'à 83% sachant que le parking était plein de 30%. Cette augmentation est due à l'augmentation du nombre de requêtes.

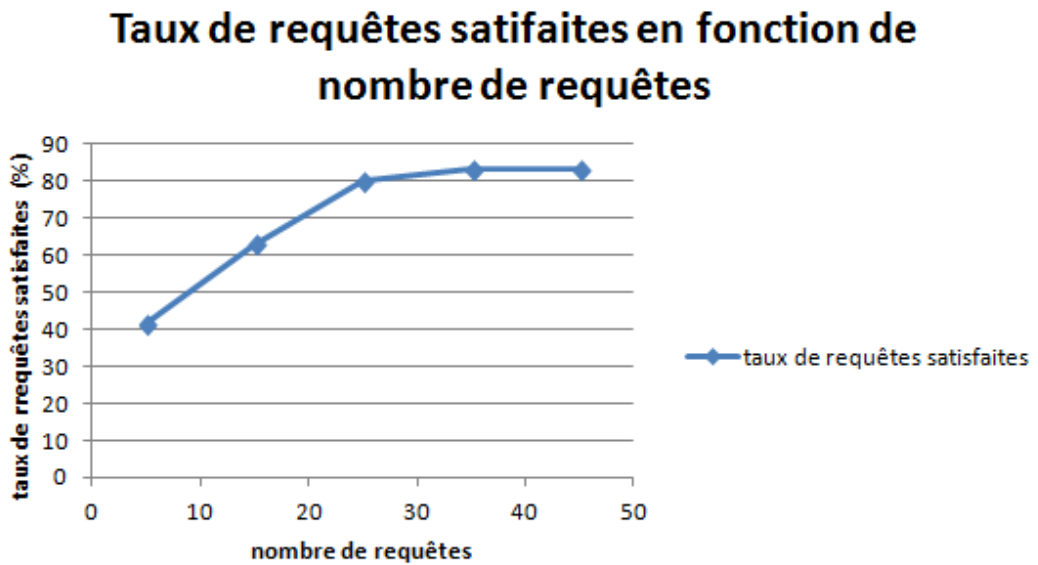


Figure 4.11: Taux de requêtes satisfaites en fonction de nombre de requêtes

#### 4.6.3.2 Taux de satisfaction de requêtes en fonction de nombre de véhicules

La figure 4 le taux de requêtes satisfaites en fonction de nombre de véhicules. La courbe montre que ce taux varie entre 66% et 52% en augmentant le nombre de véhicules. On remarque une légère diminution qui peut être expliquée par la charge du réseau, donc moins de requêtes délivrées ainsi moins de requêtes satisfaites.

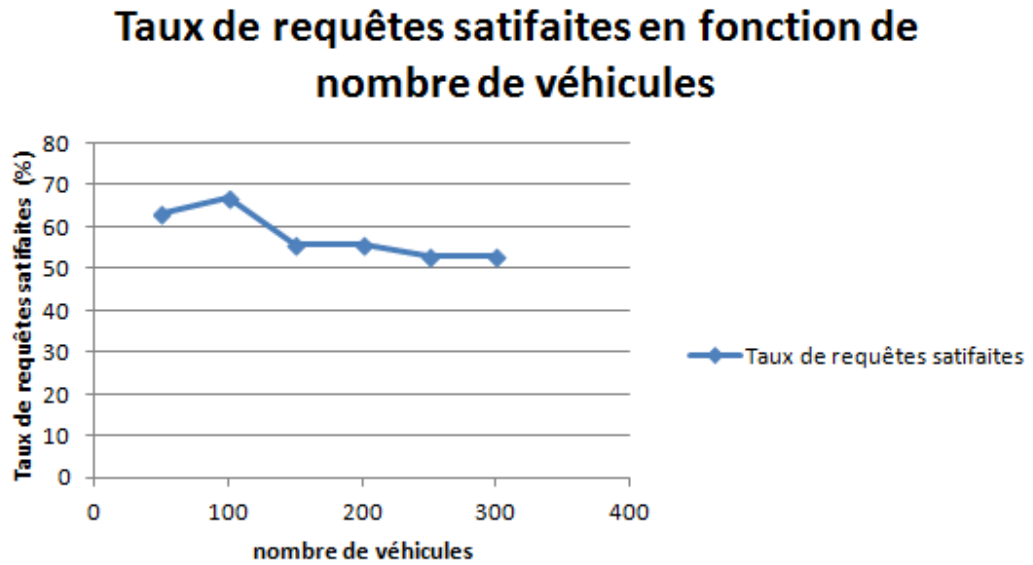


Figure 4.12: Taux de requêtes satisfaites en fonction de nombre de véhicules

## 4.7 conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté plusieurs propositions des systèmes de stationnement à base des VANETs.

Ensuite nous avons étudié la performance du protocole de réservation de places dans un parking en termes de délai de bout en bout, le taux de délivrance des requêtes, et le taux de satisfaction de requêtes. Les résultats obtenus de ont montré que ce protocole est efficace dans un scénario de zone urbaine. Dans le chapitre suivant, on conclut notre travail par une conclusion générale et perspective futures.

## Chapitre 5

# Conclusion générale

Depuis les premiers travaux sur les réseaux véhiculaires, les applications liées au confort et à la sécurité routière ont majoritairement justifié l'intérêt que l'on pouvait avoir pour ces réseaux. Pour cela les véhicules deviennent de plus en plus intelligents et communicants, et cela notamment grâce à l'ajout de la communication sans fil. Ainsi, par le biais de communications V2V et V2I, les véhicules seront à l'écoute de l'environnement et partageront des informations.

En effet, les VANET sont appelés à améliorer de façon significative le trajet des véhicules par l'accès instantané aux informations de l'état de routes, ce qui permet de prévenir de nombreux accidents, de réduire les dégâts en cas de collision, ainsi que de fournir des services de confort.

Il a été démontré que de nombreux automobilistes passent beaucoup de temps à chercher des places de stationnement disponibles. La frustration augmente lorsqu'aucun point disponible n'est trouvé, ce qui entraîne un mépris des règles de circulation. On suppose que ces problèmes peuvent être atténués si les automobilistes pouvaient avoir accès à des informations en temps réel sur l'endroit où il y a des places disponibles. Dans ce mémoire, nous avons discuté les solutions proposées aux problèmes liés au stationnement.

Tous d'abord nous avons présentés les principaux concepts des réseaux véhiculaires, ainsi les architectures et les applications de ces réseaux, ce qui permet d'avoir une vue générale sur cette nouvelle technologie de réseaux pour pouvoir comprendre son fonctionnement et ses mécanismes de base.

Ensuite, nous avons donné un aperçu sur les technologies de détection de places de parking. Nous avons également présenté et détaillé les principales catégories du système de gestion de stationnement de voiture.

Et puis, nous avons présenté les architectures des systèmes de stationnement intelligents. À l'aide de ces techniques proposées, la première technique est la découverte décentralisée des places de stationnement gratuites, la deuxième technique est le système de stationnement en ligne basé sur l'information basé sur InfoStation, et la troisième technique est Atteindre les espaces de stationnement publics disponibles dans les environnements urbains à l'aide de réseaux ad hoc , les architectures ont été construites pour localiser et réserver un espace de stationnement dans la destination souhaitée en fonction de la demande du conducteur.

Après l'obtention des résultats de la simulation et de l'application du protocole de réservation de places dans un parking en terme de délai de bout en bout, le taux de délivrance des requêtes et le taux de requêtes satisfaites. Les résultats obtenus ont montré que ce protocole est efficace et fiable dans un scénario de zone urbaine.

## 5.1 Perspectives

Dans ce présent travail nous avons simulé un protocole de réservation de place dans un parking au sein d'une zone urbaine.

Comme travaux futures, nous proposons d'implémenter une application

android, pour gérer parking intelligent.

Nous proposons aussi de développer un nouveau protocole de réservation de place dans un parking, plus fiable et plus flexible.

# Bibliographie

[1] CHAFIKA KAHLAL <http://www.lemidi-dz.com> Bouchons et difficultés de stationnement Des projets pour désengorger la capitale 6 Novembre 2010.

[2] Jonathan Petit Surcoût de l'authentification et du consensus dans la sécurité des réseaux sans fil véhiculaires - l'Université Toulouse III - Paul Sabatier.

[3] Vishal Kumar<sup>1</sup>, Shailendra Mishra<sup>1</sup>, Narottam Chand, Applications of VANETs: Present and Future Communications and Network, 2013, 5, 12-15 doi:10.4236/cn.2013.51B004 Published Online February 2013

[4] František Duchoň et al. Intelligent vehicles as the robotic applications, Procedia Engineering 48 ( 2012 ) 105 – 114 17.

[5] <http://si.lycee-desfontaines.eu/spip.php?article112>

[6] le bilan annuel établi par la direction de la gendarmerie nationale Algérienne durant l'année 2015.

[7] <http://www.statewideparkinglots.com>.

[8] Ayoub Benchabana et Ramla Bensaci, Analyse des protocoles de routage dans les réseaux vanet.

[9] Djamel BEKTACHE. Application et Modélisation d'un protocole de communication pour la sécurité routière.

- [10] <https://gauravpathak07.wordpress.com>
- [11] Fredrik Bernspång, Smart Parking using Magnetometers and Mobile Applications.
- [12] Kerrache Chaker Abdelaziz "Malicious messages detection and exclusion mechanisms in Vehicular Networks (VANETs)". Thèse de doctorat. Janvier 2017.
- [13] Suhas Mathur, Tong Jin, Nikhil Kasturirangan, Janani Chandrashekharan, Wenzhi Xue, Marco Gruteser, Wade Trappe, ParkNet: Drive-by Sensing of Road-Side Parking Statistics.
- [14]<http://www.roadtraffic-technology.com/features/feature87494/feature87494-2.html>
- [15] Hilal Al-Kharusi, Intelligent Car Parking Management System .
- [16] <http://www.conceptdraw.com>
- [17] <https://www.goobie.fr/grains-comptage-vehicules-pour-parking>.
- [18]<http://www.car-engineer.com/fr/les-services-bosch-pour-les-conducteurs-et-les-gerants-de-parking>
- [19] <http://www.elpadvisors.com/2014/07/21/sfpark-success-shoup-wins-again>
- [20] M. Caliskan, D. Graupner, and M. Mauve, "Decentralized Discovery of Free Parking Places," in Proc. of the 3rd Int. Workshop on Vehicular Adhoc Networks, ser. VANET '06. Los Angeles, CA: ACM, September 2006, pp. 30–39.
- [21] Abdulmalik Alhammad, Francois Siewe and Ali Hilal Al-Bayatti " An InfoStation-Based Context-Aware On-Street Parking System " in 978-1-4673-5157-7/13/\$31.00 ©2013 IEEE.
- [22] Vasilis Verroios , Vasilis Efstathiou and Alex Delis " Reaching Available

Public Parking Spaces in Urban Environments using Ad-hoc Networking ” in 2011 12th IEEE International Conference on Mobile Data Management.

[23] K. FALL and K. VARADHAN, The ns Manual (formerly ns Notes and Documentation). Multimedia Networking Group, the Department of Computer Science, UVA, 2010.

[24] Abderrahmane Lakas Omar Sami Oubbati Nasreddine Lagraa et Mohamed Bachir Yagoubi. “IRTIV : Intelligent Routing protocol using real time Traffic Information in urban Vehicular environment”. In : IEEE (2014).

[25] <http://asirt.org/initiatives/informing-road-users/road-safety-facts/road-crash-statistics>.