

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE.  
UNIVERSITÉ AMAR TELIJI DE LAGHOUAT



Faculté des sciences  
Département mathématique et informatique

## MÉMOIRE DE MASTER

**DOMAINE :** MATHÉMATIQUE ET INFORMATIQUE (MI)

**FILIÈRE :** INFORMATIQUE

**OPTION :** RÉSEAUX, SYSTÈMES ET APPLICATIONS RÉPARTIS (ReSar)

Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention de diplôme : Master en Réseaux, systèmes et applications répartis (ReSar).

PRÉSENTÉ PAR : **GUELLOUMA FATIMA ZOHRA**

THÈME :

---

### NOUVEAU PROTOCOLE DE DISSÉMINATION AVEC LA COUCHE MAC.

---

*Soutenu publiquement devant le jury composé de :*

MR-M.DJOUDI	UNIVERSITÉ DE LAGHOUAT	PRÉSIDENT
MR-N.CHAIB	UNIVERSITÉ DE LAGHOUAT	EXAMINATRICE
MR-I.AMEUR	UNIVERSITÉ DE LAGHOUAT	EXAMINATEUR
MR L.OULADDJEDID	UNIVERSITÉ DE LAGHOUAT	ENCADREUR

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2014/2015

---

# Remerciements

**E**<sup>N</sup> premier lieu, je tiens à remercier Dieu, notre créateur pour m'avoir donné la force pour accomplir ce travail.

*Je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance et remerciements à Mr L.Ouladdjeid ,Maitre assistant "A",à l'université de Laghouat d'avoir accepté d'encadrer et de diriger et pour son grand soutien et ses conseils considérables.*

*J'adresse particulièrement mes remerciements aux membres du Jury , surtout pour le président de jury Mr DJOUDI . Je profite de l'occasion pour leur adresser mes sincères respects. Leurs remarques et suggestions m'ont été très utiles et fructueuses pour la finalisation de cette thèse.*

*Les plus grandes leçons ne sont pas tirées d'un livre mais d'un enseignant tel que MR LAGRAA . merci pour vos conseils et votre aide au cours de cette année.*

*Je remercie également tous les professeurs du Département mathématique et informatiques .Il est également très agréable de remercier tous les membres de laboratoire de recherche informatique surtout mademoiselle leila cherouk pour son aide et son soutien moral et psychologique.*

*Que toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail accepte mes grands et sincères remerciements.*

---

# Dédicaces

**J**<sup>E</sup> dédie ce modeste travail à :

*A mes parents : Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.*

*Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.*

*A mes frères Nasro Et Ali et AEK. et surtout le petit youcef . A tous mes oncles et tantes , cousins et cousines, particulièrement a Hadjer et sa fille la plus belle petite fille du monde **LINA** , et Assia .*

*A ma deuxième Famille CHEHAMI Tonton Ahmed et Ma Tante Fouzia et a Sami . A mes adorables amies Yasmine et Soumia avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de bonheur, sans oublier Anfel ,Faiza ,Soulaf ,et Belhaouchat Ibrahim( mon petit frère).*

*Je dédie ce mémoire aussi à Mes collègues de travail qui m'ont supporté durant ces années(Amina ,Safia ,Zohra,Hadjer,Wafa,Naoual,Randa ,Hosna,Nessrine .A ,Nessrine B ,Khadidja ,Siham,Imene,Fatima,et pour la directrice Madame Halima ).*

*A tous mes professeurs : Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération. et a tous mes collègues de la promotion de 2015 ma 2ème famille surtout a Boussebci Mebarka qui a le plus beau sourire a Nadjet et Asma ( j'espère qu'on restera en contact pour toujours) : Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.*

*Guellouma Fatima*

---

# Résumé

Nous assistons ces dernières années à l'émergence des nouvelles technologies dans le domaine de Systèmes de Transport Intelligents STI afin d'accroître la sécurité routière et d'augmenter le confort sur le réseau routier. Alors que les systèmes passifs atteignent leurs limites physiques, les systèmes actifs de sécurité routière ouvrent la voie vers une vision "zéro accident" de la route. Sur cette voie, les réseaux véhiculaires ad hoc, appelés VANETs montrent un grand potentiel. Ils sont capables de fournir une vision plus large de l'environnement immédiat appelée 'conscience coopérative', que les systèmes basés sur des radars ou des caméras, Dans ce but, les véhicules doivent périodiquement diffuser des messages contenant leur position et leur vitesse à leurs voisins immédiats. Le protocole de diffusion (broadcast) est le plus approprié pour informer les usagers de la route sur l'état du trafic et les alerter en cas de situations dangereuses. Dans ce contexte, plusieurs solutions ont été proposées .Notre approche consiste à proposer un nouveau protocole Ce nouveau protocole garantit deux objectifs : le premier est de minimiser le nombre de collision par la nouvelle technique le deuxième est de minimiser le temps de livraison des messages d'alerte.

---

# Abstract

Basically, the emergence of new technologies in Intelligent Transport Systems aims to enhance road safety and to increase comfort on the road. Thus, many applications and protocols for VANets networks have been developed. Whereas passive safety systems more and more reach their physical limits, active safety systems are going to determine the road map towards a "zero-accidents" vision. A big potential is seen in Vehicular Adhoc NETWORKS (VANETs). They are expected to go far beyond the capabilities of local radar- and vision-based sensors, by providing an enhanced view of the current environment, known as cooperative awareness providing an enhanced view of the current environment, known as cooperative awareness. Therefore, vehicles are compelled to periodically broadcast safety-related information (e.g. position, speed, heading) to their neighbors. Additionally, This kind of communication is supported by the broadcast protocol which can inform the drivers about the traffic state and the dangerous situations. In this field, several solutions have been proposed . work is to propose a new protocol called DB-CWA , it guarantees two objectives : The first is to minimize the number of collision and the second is to minimize the delivery time of warnings with a strong connectivity between vehicles.

# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>i</b>
<b>Résumé</b>	<b>iii</b>
<b>abstract</b>	<b>iv</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>xii</b>
<b>1 État de l’art</b>	<b>1</b>
1.1 Généralité sur Les Réseaux VANETs . . . . .	1
1.1.1 Introduction . . . . .	1
1.1.2 Les Réseaux VANETs . . . . .	1
1.1.3 L’Architecture des réseaux VANETs . . . . .	2
1.1.4 Les Domaines de communication dans les VANETs . . . . .	3
1.1.4.1 Le domaine intra- véhicule . . . . .	4
1.1.4.2 Le domaine ad hoc . . . . .	4
1.1.4.3 Le domaine d’infrastructure . . . . .	5
1.1.5 Les Technologies d’accès sans fil dans VANET . . . . .	5
1.1.6 Les Caractéristiques des réseaux VANET . . . . .	8
1.1.7 Les challenges dans les VANETs . . . . .	9
1.1.8 La classification des applications VANET . . . . .	11
1.1.8.1 Les applications de la sécurité routière . . . . .	11
1.1.8.2 Les applications de confort . . . . .	12
1.1.8.3 Les applications commerciales . . . . .	13
1.2 Les Standards pour les VANETS . . . . .	14
1.2.1 Le standard DSRC . . . . .	14
1.2.1.1 Définition du DSRC . . . . .	14
1.2.1.2 L’allocation du spectre DSRC dans le monde entier . . . . .	14
1.2.1.3 L’allocation du canal . . . . .	15
1.2.1.4 Les caractéristiques physiques du standard DSRC . . . . .	17
1.2.2 Historique . . . . .	17

---

1.2.3	WAVE/IEEE 802.11.P . . . . .	18
1.2.4	L'ETSI : TC IT . . . . .	19
1.3	Le concept cross-layer dans les VANETs . . . . .	19
1.3.1	Le design CROSS-LAYER . . . . .	20
1.3.2	La Dissémination d'informations dans les VANETs . . . . .	21
1.4	Les protocoles de broadcast dans les VANET . . . . .	23
1.4.1	Le protocole TRADE (TRAck DEtECTION) . . . . .	24
1.4.2	Le protocole Media Access Control (MAC) . . . . .	24
1.4.3	Protocole REAR (Reception Estimation AlarmRouting ) . . . . .	26
1.4.4	Les protocoles de multicast pour la dissémination des messages . . . . .	26
1.4.5	Le protocole DVCAST (Distributed Vehical Broadsact Protocol) . . . . .	27
1.4.6	Le protocole de broadcast OAPB ( Optimistic Adaptive Probabilistic ) . . . . .	27
1.4.7	Le protocole UMB (Urban Multihop Broadcast Protocol) . . . . .	28
1.4.8	Le protocole smart broadcast SB . . . . .	28
1.4.9	Le Protocole RBLSM ( Reliable Broadcasting of Life Safety Messages ) . . . . .	29
1.4.10	Le protocole LW-RBMD (Light Weight Reliable Broadcast Message Delivery) . . . . .	29
1.4.11	Le protocole MHVB( Multi-Hop Vector Broadcasting protocol) . . . . .	29
1.5	Conclusion . . . . .	30
<b>2</b>	<b>Contribution</b> . . . . .	<b>31</b>
2.1	Introduction . . . . .	31
2.2	Comparaison : Étude comparative entre protocoles de broadcast multi-saut . . . . .	31
2.2.1	Les Critères de comparaison . . . . .	31
2.2.1.1	Les Critères de comparaison selon les mécanismes . . . . .	31
2.2.1.2	Les Critères du prochain retransmetteur . . . . .	34
2.2.1.3	Les Critères de la sélection du prochain retransmetteur . . . . .	36
2.2.1.4	Les Critères selon la couche responsable . . . . .	36
2.2.2	Comparaison entre les protocoles de broadcast . . . . .	37
2.3	Proposition : L'adaptation de CW selon la densité locale pour le broadcast multi-saut . . . . .	37
2.3.1	Introduction . . . . .	37
2.3.1.1	Problématique . . . . .	37
2.3.1.2	Notre approche . . . . .	39
2.3.2	Le protocole DBA-MB . . . . .	39
2.3.3	Conclusion . . . . .	42
<b>3</b>	<b>Simulation et Analyse</b> . . . . .	<b>43</b>
3.1	Introduction . . . . .	43
3.2	Les expérimentations de simulation . . . . .	44
3.2.1	Les techniques à comparer . . . . .	44

---

3.2.2	Les métriques de performance . . . . .	44
3.2.3	Les scénarios de simulation . . . . .	45
3.2.4	L'environnement de simulation . . . . .	45
3.2.4.1	Le simulateur des réseaux . . . . .	46
3.2.4.2	Le simulateur de mobilité . . . . .	46
3.2.5	Les paramètres de simulation . . . . .	47
3.3	Résultats de la simulation . . . . .	48
3.3.1	Scenario N 1 : . . . . .	48
3.3.1.1	Le nombre de collisions : . . . . .	48
3.3.1.2	Le temps de livraison : . . . . .	49
3.3.1.3	Le PDR : . . . . .	49
3.3.2	Scenario N 2 : . . . . .	50
3.3.2.1	Le nombre de collisions : . . . . .	50
3.3.2.2	Le temps de livraison : . . . . .	51
3.3.2.3	Le PDR : . . . . .	52
	<b>Bibliography</b>	<b>54</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>54</b>

# Table des figures

1.1	le RSU œuvre comme source d'informations (application de sécurité)	3
1.2	Le RSU fournit une connectivité Internet à l'OBU	3
1.3	le RSU permet d'étendre la portée du réseau ad hoc par transmettre les données d'OBU	3
1.4	les modes de communication dans les VANETs	5
1.5	Les différents types des réseaux sans fil	7
1.6	Les différents types des réseaux sans fil	11
1.7	le freinage automatique	12
1.8	avertissement au situation du danger [BMT <sup>+</sup> 98]	12
1.9	le Péage électronique	13
1.10	L'attribution du spectre DSRC dans le monde entier[Sjö11]	15
1.11	Attribution des canaux DSRC aux États-Unis	15
1.12	Attribution des canaux DSRC en Europe[Sjö11]	16
1.13	Structure de protocole WAVE [Sjö11]	19
1.14	les Approches de conception cross-layer	21
1.15	les types de protocole selon les applications des VANETs [AAF <sup>+</sup> 14]	22
1.16	Les différents scénarios de communication dans VANETs	22
1.17	: le véhicule 1 envoie des messages d'alerte pour avertir les autres véhicules d'un état de danger	23
1.18	la Fonctionnement de protocole MAC[JGC08]	25
1.19	le routage hop-multi pour les messages d'avertissement	27
2.1	le mécanisme de handshaking dans les VANETs	33
2.2	Broadcast basé sur le Handshake	33
2.3	Broadcast basé sur l'envoi immédiat	33
2.4	Backbone virtuelle dans un VANET	35
2.5	La conception de cross layer entre la couche MAC et la couche supérieure	40
3.1	l'effort et réalisme	43
3.2	l'architecture de simulation dans Vanets	45
3.3	modèles Freeway	47

---

3.4	Le modèle Manhattan . . . . .	47
3.5	le nombre de collision en fonction de la densité du réseau . . . . .	48
3.6	temps de livraison en fonction de la densité du réseau du réseau . . . . .	49
3.7	PDR en fonction de la densité du réseau du réseau . . . . .	50
3.8	nombre de collision en fonction de la vitesse . . . . .	51
3.9	le temps de livraison en fonction de la vitesse . . . . .	52
3.10	nombre de collision en fonction de la vitesse . . . . .	52

# Liste des tableaux

1.1	des exemples des applications de confort [02] . . . . .	13
1.2	des exemples des applications commerciales [MV14] . . . . .	14
1.3	Attribution des canaux DSRC aux États-Unis[BZVR11] . . . . .	16
1.4	les normes régionales pour DSRC . . . . .	17
2.1	un tableau comparatif des protocoles de broadcast dans les VANETs . .	38
2.2	des paramètre par défaut de CW dans 802.11[35] . . . . .	39
3.1	les métriques de performance utilisée . . . . .	44
3.2	tables de scénario . . . . .	45
3.3	comparaison entre les simulations du réseau . . . . .	46
3.4	les Caractéristiques de la machine . . . . .	48

# Introduction Générale

## 1. Motivation

De nos jours, la voiture est devenue le mode de transport le plus utilisé, mais malheureusement, il est accompagné d'un beaucoup de dégâts humains et matériels (accidents, pollution, embouteillages, etc.), qui vont aller en s'aggravant avec l'augmentation prévue du nombre de voitures particulières, malgré les efforts très importants mis en œuvre pour tenter de les réduire, le nombre de morts sur les routes demeure très important. Pour cela Les chercheurs pensent pouvoir exploiter les technologies sans fil ambiantes qui peuvent être intégrées dans notre quotidien, pour créer un système intelligent capable d'avertir les conducteurs en cas de situations dangereuse, Ces systèmes qui utilisent les technologies de l'information et de la communication afin de rendre les véhicules plus efficaces sont appelés « Systèmes de Transport Intelligents » ou ITS (Intelligent Transportation Système ).

Les systèmes de transport intelligents sont l'intégration des technologies de télécommunication et d'information dans les systèmes de transport pour améliorer la sécurité et l'efficacité des systèmes de transport. Les réseaux véhiculaires sont considérés comme le pilier principal des ITS, A cause du risque d'accident de voiture et d'incident dans la route pouvant nuire à la fluidité du trafic et à la sécurité des usagers de la route. Les réseaux sans fil de véhicules, avec leur mode de communication appelés VANET, qui consistent de plusieurs véhicules mobiles sans infrastructure préexistante pour communiquer, font actuellement l'objet d'une attention accrue de la part des constructeurs et des chercheurs, donc les communications inter-véhicules est une solution prometteuse permettant de réduire les risques d'accident. Il est donc à considérer une signalisation en temps réel multi saut appelé « Dissémination » ou le « Broadcast » entre les véhicules de la route. Chacun communique directement avec ses voisins qui vont à leur tour retransmettre les messages jusqu'à ce que la zone d'intérêt soit couverte.

## 2. Problématique :

Le protocole de dissémination le plus simple s'appelle le «flooding» où tous les véhicules participer à la retransmission .Ces protocoles de diffusion ne sont pas fiables et

---

ils souffrent de plusieurs problèmes, à savoir : Tempête de diffusion (broadcast storm), Nœud caché (hidden node), Collision . Ces problèmes doivent être résolus afin de fournir une diffusion fiable et rapide Pour cela plusieurs solutions ont été proposées visant à optimiser le nombre de collision et le temps de propagation. L'organisation IEEE a développé un standard dédié au VANET qui prend en considération ses spécificité du réseau, le standard est appelé IEEE 802.11p, il est basé sur la technique CSMA/CA où les noeuds rentrent en compétition pour accéder au canal, pour cela le mécanisme de BEB (Binary Exponential Backoff) est utilisé pour éviter les collisions direct où le CW (Contention window) sera doubler en cas d'échec de transmission, en plus le mécanisme RTS/CTS pour éviter les collisions cachés. Le problème c'est que, avec le Broadcast multi-saut aucun de ces techniques n'est utilisé, ce qui va rendre l'évitement de collision difficile.

### **3. Objectif :**

L'objectif de notre travail est de résoudre certains de ces problèmes, tout en assurant le meilleur compromis entre fiabilité, délai garanti, et de minimise le nombre de collision.

Le travail de ce mémoire a porté deux contributions, la première est une taxonomie des techniques de Broadcast multi-saut proposées dans la littérature selon des critère de classification que nous avons définie, et la deuxième est une proposition d'une nouvelle technique de Broadcast basé sur l'adaptation de CWmin a un désigne cross layer qui peut être utilisée pour gérer l'accès au médium . Notre approche consiste à rendre la valeur du CWmin adaptative à la densité locale, au lieu d'utiliser une valeur fixe quel que soit la densité des véhicules.

### **4. organisation du mémoire :**

Ce mémoire est organisé comme suit :

◆ Le premier chapitre présente une description sur les VANET, leurs architectures et Les domaines de communication dans les VANET, Les technologies d'accès sans fil dans VANET et les applications des VANETs. Nous présentons aussi les différente protocoles de Broadcast proposés dans la littérature.

◆ le deuxième chapitre décrit deux contribution, : la première présente une classification des protocoles de routage cités dans le premier chapitre selon d'autres critères que nous proposons, la deuxième est une proposition d'un protocole de Broadcast mutlisaut.

◆ Le troisième chapitre vise à réaliser une étude comparative entre le IEEE 802.11p et notre approche pour le Broadcast multi-saut .

◆ finalement une conclusion générale et perspectives récapitulant ce que nous avons fait dans ce mémoire et décrivant les futurs travaux connexes.

# Chapitre 1

## État de l'art

### 1.1 Généralité sur Les Réseaux VANETs

#### 1.1.1 Introduction

Les réseaux ad hoc des véhicules ce sont des réseaux qui appartiennent à la zone du réseau sans fil de communication et ce sont des cas particuliers des réseaux ad hoc mobiles tel que les nœuds mobiles sont des véhicules caractérisés par une forte dynamique due à la mobilité rapide des véhicules .Ils constituent le noyau d'un Système de Transport Intelligent(ITS) ayant comme but principal l'amélioration de la sécurité et l'efficacité des transports routiers afin de diminuer les accidents et fournir un environnement confortable aux conducteurs et à leurs passagers, grâce à des capteurs installés au sein des véhicules, ou situés au bord des routes.

Dans ce chapitre, on va présenter d'abord les réseaux VANETs et leur architecture, les domaines de communication dans les VANETs, les technologies sans fil dans les VANETs, et puis nous essayons d'introduire les applications des VANET et nous citons aussi les standards pour les VANETs. Ensuite Nous présentons Le concept cross-layer dans les VANETs .

#### 1.1.2 Les Réseaux VANETs

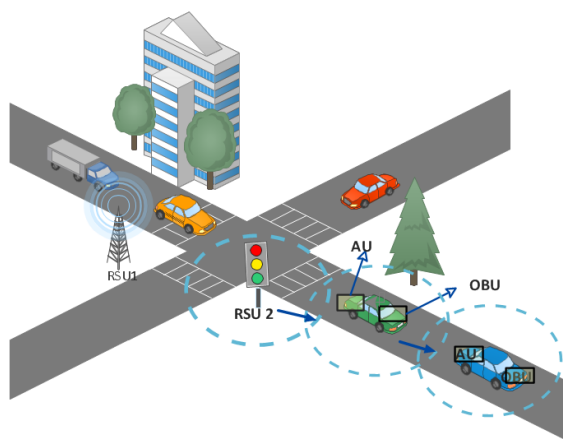
VANET sont des Réseaux Mobiles Ad Hoc (MANET) dans lequel les véhicules agissent comme des nœuds mobiles dans le réseau, Il représente le corps d'ITS, ou les véhicules communiquent entre eux directement ou via une infrastructure située aux bords de route aux véhicules selon la norme IEEE 802.11p [ASADABZ14].

### 1.1.3 L'Architecture des réseaux VANETs

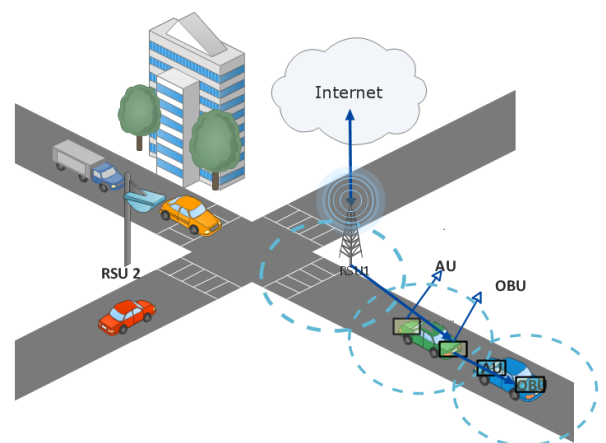
Les principaux composants de système [ASADABZ14] sont : l'AU, l'OBU et le RSU

- Le domaine à l'intérieur du véhicule se rapporte à un réseau local à l'intérieur de chaque véhicule et est logiquement composé de deux unités : une unité embarquée (On-Board Unit) (OBU) et une ou plusieurs unité(s) d'application (Application Unit) (AU).
- Le domaine ad hoc est un réseau composé de véhicules équipés de dispositifs OBU et unités au bord de la route (RSU) qui restent fixes le long de la route.

1. **L'Unité de Bord OBU** : Ce Sont des équipements radio installés dans les véhicules qui utilisent des signaux DSRC pour communiquer avec les RSUs. l'OBU, permet au véhicule de posséder des capacités de communication sans fil base sur IEEE802. 11 pour communiquer avec d'autre OBU, il peut également inclure un autre dispositif de réseau pour des applications non sécurité basées sur d'autres standards comme IEEE802.11a /b/g/n. Les principales fonctions [ASADABZ14] d'OBU sont : l'accès radio sans fil, le routage ad hoc et géographique, le contrôle de congestion de réseau, le transfert fiable des messages, la sécurité de données et la mobilité IP.
2. **L'Unité d'Application (AU)** : L'AU est le dispositif équipé dans les véhicules qui permet d'exécuter une ou plusieurs applications lors de l'utilisation des capacités de communications de l'OBU. L'AU est donc en connexion permanente avec l'OBU.  
L'AU peut être un dispositif dédié pour des applications de sécurité ou un dispositif normal comme un assistant numérique personnel utilisant l'Internet , l'AU peut être connecté à l'OBU par une connexion câblé ou sans fil et peut résider avec l'OBU dans une unité physique simple, la distinction entre l'AU et l'OBU est logique. L'AU communique avec le réseau seulement via l'OBU qui prend la responsabilité de toute la mobilité et des fonctions de réseau [ASADABZ14].
3. **L'Unité de Bord de Route (RSU)** : Les « RSUs » sont des équipements placés au bord des routes ou dans des emplacements consacrés près des places de parking et sont vues comme des unités reliées à l'Internet via un réseau d'infrastructure existant. Les unités RSUs donnent aux unités OBU l'accès à l'infrastructure, ce qui leur donne la possibilité d'être connectées. Elles aident à améliorer la sécurité routière et à exécuter certaines applications du domaine ad hoc voir Figure 1.1 et 1.2 et 1.3 .

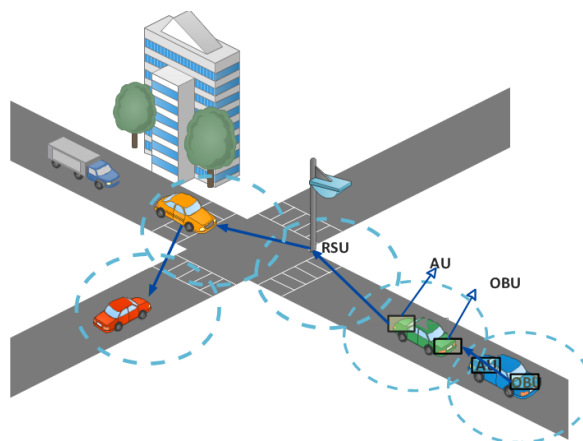


**FIGURE 1.1:** le RSU œuvre comme source d'informations (application de sécurité)



**FIGURE 1.2:** Le RSU fournit une connectivité Internet à l'OBU

L'OBU et RSU peuvent être considérés comme des nœuds d'un réseau ad hoc, soit respectivement des nœuds mobiles et des nœuds statiques.



**FIGURE 1.3:** le RSU permet d'étendre la portée du réseau ad hoc par transmettre les données d'OBU

#### 1.1.4 Les Domaines de communication dans les VANETs

Comme le montre la figure 1.4, la communication entre les véhicules et le RSU et l'infrastructure, forment trois types de domaines [ASADABZ14] :

#### 1.1.4.1 Le domaine intra- véhicule

Ce domaine se compose d'un OBU et un ou multiple AU. La connexion peut être filaire ou sans fil en utilisant WUSB ou UWB <sup>1</sup> [ASADABZ14], un OBU et un AU peuvent résider dans un seul appareil. L'OBU fournit un lien de communication de l'AU afin d'exécuter une ou plusieurs série d'applications fournies par le fournisseur d'application en utilisant les capacités de communication de l'OBU.

#### 1.1.4.2 Le domaine ad hoc

Le domaine ad hoc dans VANET est composé de véhicules équipés d'OBU et une station de bord de route RSU [ASADABZ14]. Deux modes de communication[ASADABZ14],[MV14],[Sim13] , sont disponibles dans le domaine ad hoc :

- **Le Mode de communication Véhicule-à-Véhicule (V2V)**

La communication inter-véhicules a attiré l'attention des chercheurs, des universitaires et industriels, en particulier aux États-Unis, et le Japon. En raison de sa capacité à améliorer la sécurité de la circulation routière, l'efficacité de conduite ... Les véhicules peuvent communiquer avec d'autres véhicules par OBU formant un réseau MANET, qui permet la communication entre les véhicules d'une manière totalement distribuée et fonctionne suivant une architecture décentralisée [ASADABZ14].

Un Véhicule communique avec autre véhicule directement si il y une connexion sans fil directe disponible entre eux . Quand il n'y a pas de lien direct entre eux un protocole de routage dédié est utilisé pour transmettre des données d'un véhicule à un autre jusqu'à ce qu'il atteigne le point de destination, en mode multi-saut. Dans cette architecture les véhicules sont équipés pour communiquer directement entre eux, aucune infrastructure n'est utilisée et aucune installation n'est nécessaire sur les routes. Ce qui donne une communication moins couteuse et plus flexible [ASADABZ14].

- **Le Mode de communication Véhicule-à-infrastructure (V2I)**

La communication véhicule a un RSU permet d'augmenter la portée de la communication par envoi et la réception et la transmission des données d'un nœud à un autre[ASADABZ14], la communication véhicule a RSU permet une meilleure utilisation des ressources partagées et démultiplie les services fournis (par exemple : accès à Internet, échange de données de voiture-à-domicile, communications de voiture-à-garage de réparation pour le diagnostic distant, ...etc.)

Ce mode de communication formant une communication véhicule à infrastructure de communication V2I.

---

1. Le Wireless USB ou WUSB est une norme informatique de technique radio courte distance destinée à simplifier les connexions entre les appareils électroniques. Elle visait à compléter et à remplacer la norme USB par câble(WIKI)

### 1.1.4.3 Le domaine d'infrastructure

L'unité de bord de route RSU peut se connecter à des réseaux d'infrastructure ou à l'Internet, ce qui permet à l'OBU pour accéder au réseau d'infrastructure dans ce cas, il est possible que les AUs sont enregistrés auprès de l'OBU se connecter à un hôte basé sur Internet. OBU peut également communiquer avec d'autres hôtes pour les applications non-sécurité, en utilisant les communications des réseaux radio cellulaires (GSM, GPRS, UMTS, HSDPA, WiMax et 4 G) [ASADABZ14]

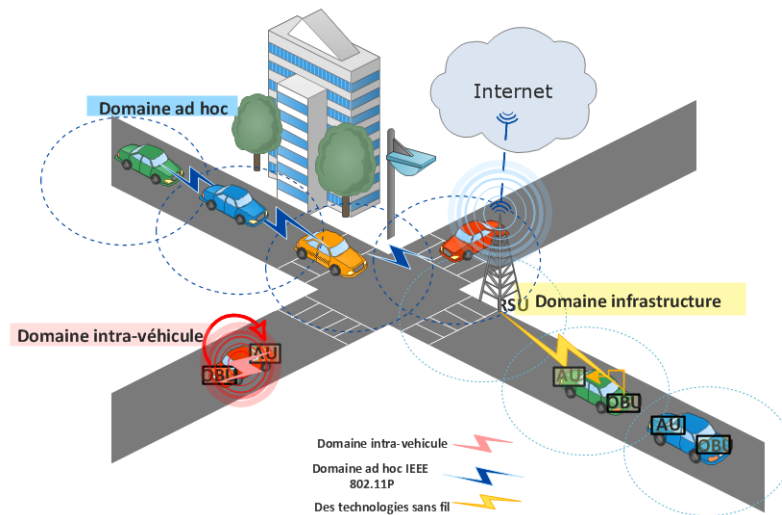


FIGURE 1.4: les modes de communication dans les VANETs

### 1.1.5 Les Technologies d'accès sans fil dans VANET

Aujourd'hui, Il existe des nombreuses technologies d'accès sans fil disponibles qui peut être utilisé pour fournir l'interface radio requis par les véhicules afin de communiquer les uns avec les autres, V2V ou pour communiquer avec le RSU V2I .Les principales technologies d'accès sans fil sont décrites ci-dessous

#### 1. Les systèmes cellulaires (2 / 2,5 / 2,75 / 3G)

Le concept du système cellulaire est de réutiliser la fréquence limitée disponible pour le service [FZZ06], il permet aussi à ses utilisateurs en mouvement de changer de cellule (handover) sans coupure des communications en cours.Les principales technologies dans les systèmes cellulaires sont :

- **GSM** : Le Système mondial (GSM) pour une communication mobile. Considéré comme l'une des normes de systèmes cellulaires. Qui fournit un débit maximum de 9,6 Kbps de données. et est caractérisé comme une deuxième génération (2G) [06].

Le GSM utilise à la fois l'accès multiple par répartition de fréquence des systèmes FDMA et Accès multiple à répartition dans le temps TDMA Deux bandes de fréquences sont disponibles pour les GSM :

- 890 à 915 MHz pour envoyer des informations à partir de la station mobile à la station de base émetteur-récepteur (de liaison montante).
- 935-960 MHz pour l'autre sens (liaison descendante), ces bandes de fréquences sont divisées en canaux tel que la capacité de chaque canal est de 200 kHz [ASADABZ14].

- **GPRS General Packet Radio Service** : Le GPRS également connu sous le nom de 2,5 G [ASADABZ14], c'est une version évoluée du GSM. GPRS est normalisée par l'European Telecommunications Standards Institute (ETSI) pour recevoir les transmissions de données à haute efficacité de largeur de bande, de façon à permettre un débit de données jusqu'à 170 Kbps , Il peut fonctionner à 1710-1785 MHz pour la liaison montante et 1805-1880 MHz pour la liaison descendante, à la suite de bandes 935-960 MHz et 890-915 MHz pour le bas-liaison et le découplage respectivement [ASADABZ14],[GG12] .

- **Enhanced Data rates for GSM Evolution(EDGE)** Les taux de données améliorées pour l'évolution GSM (EDGE) ; également connu comme 2.75G sont une évolution du GPRS qui fournissent un débit de données de 384 Kbps.

- **UMTS / HSDPA/ CDMA2000** Pour transmettre des données de multimédia un haut débit de données est nécessaire. ce qui a conduit à la mise au point de la 3G. Le système de télécommunication mobile universel (UMTS), et il se dégage la version de l'accès par paquets en liaison descendante haut débit (HSDPA), fournissant une vitesse allant jusqu'à 2 Mbps. Un autre système cellulaire comparable est le CDMA2000 qui fournit 3 Mbps en liaison descendante et 1,8 Mbps en liaison montante [ASADABZ14], respectivement [ASADABZ14],[GG12] .

2. **Le Wifi /WLAN** Réseau local sans fil (WLAN) ou fidélité sans fil (Wi-Fi) peut fournir un accès sans fil pour permettre la communication V2V ou communication V2I. Normes IEEE 802.11 peut être appliqué pour fournir une connectivité sans fil. IEEE 802.11a fonctionne à 5 GHz et fournit un débit de données de 54 Mbps avec une portée de communication d'au moins 38 m à l'intérieur et une gamme de 140 m pour une utilisation en extérieur. Une autre norme IEEE 802.11 est pour IEEE 802.11g, qui offre le même débit de données et couvre la même plage que IEEE 802.11a, mais travaillant à 2,4 GHz [ASADABZ14]. IEEE

802.11b fonctionne à 2,4 GHz et offre un débit allant jusqu'à 11 Mbps .

### 3. Le WiMAX

WiMAX désigne un standard de communication sans fil, basé sur la norme IEEE 802.16, qui définit les transmissions de données à haut débit et un délai modéré , il fournit une grande qualité de service, le WiMAX est adapté pour l'accès à Internet. Sa version mobile, Mobile WiMAX basé sur le standard IEEE 802.16e , offre aussi une connectivité à moyenne et longue portée, mais adaptée pour des véhicules à vitesse modérée. La transmission de données à des débits jusqu'à 35 Mbits/s, Au niveau de l'interface physique PHY, IEEE 802.16e utilise la modulation OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) qui permet d'adapter les canaux de transmission de manière dynamique au débit utilisé par chaque utilisateur. La norme IEEE 802.16e étend les possibilités du WiMAX fixe grâce à la mobilité. Celle-ci permet :

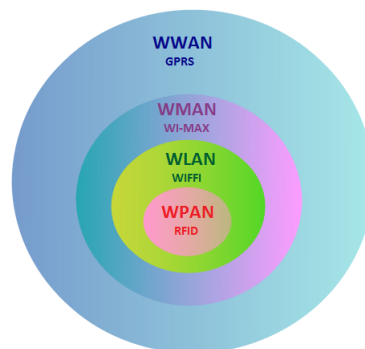
- D'apporter la mobilité au WiMAX Fixe tout en étant interopérable avec celui-ci .
- La téléphonie sur IP ou VoIP .
- L'usage de services mobiles haut débit .

### 4. La technologie RFID

" RFID est une technologie permettant d'échanger des données par radio fréquence avec des objets, pour l'acquisition des données, l'identification Automatique, de les tracer, de les localiser, d'y enregistrer des informations..." [auc13]

Cette technologie permet d'identifier chaque objet de manière unique grâce à un système d'étiquettes électroniques pouvant être alimentées pour lire (et écrire) dans la mémoire à distance grâce à un champ électromagnétique.

L'application de la RFID pour l'identification automatique du véhicule utilise une fréquence de 2,446 -2,454 GHz. Cette application est relativement simple : le passage à un système de paiement automatique économise de l'énergie, le temps et les congestions sur la route, et se révèle être respectueux de l'environnement en éliminant les files d'attente aux stations de paiement de péage.



**FIGURE 1.5:** Les différents types des réseaux sans fil

### 1.1.6 Les Caractéristiques des réseaux VANET

Les VANETs sont une catégorie des MANETs permettant la communication entre les véhicules, les VANETs ont leur propres caractéristiques uniques quand comparé avec d'autres types de MANETS, ont la particularité d'avoir une très grande mobilité, La topologie dynamique, etc [ASADABZ14]. Et soulève par conséquent des problèmes de performances. Après cet aperçu, nous détaillons, dans cette section, les caractéristiques des VANETs.

✓ **une mobilité prévisible**

Les réseaux VANET sont des réseaux différents des autres types de réseaux ad hoc mobiles dans lesquels les nœuds se déplacent d'une façon aléatoire, les véhicules ont tendance à avoir des mouvements très prévisibles qui sont restreints aux topologies des routes et aux infrastructures que ce soit dans les autoroutes ou au sein d'une zone métropolitaine , En outre la mobilité est un facteur lié directement au conducteur du véhicule [JK08].

✓ **Aucune contrainte de puissance**

La puissance dans VANET n'est pas un défi critique comme dans les MANETS, parce que dans les réseaux VANET, le nœud (véhicule) lui-même peut fournir une puissance continue. En effet, ces nœuds disposent de grandes capacités énergétiques qui viennent du système d'alimentation des véhicules.

✓ **Un Changement rapide de topologie du réseau**

Les scénarios des réseaux ad hoc de véhicules sont très différents des réseaux ad hoc mobile . Le déplacement rapide des véhicules et les nœuds (véhicules) peuvent rejoindre ou quitter le réseau en un temps très court entraînant des scénarios très dynamiques ce qui rend les changements de topologie très fréquentes .

✓ **Un Réseau de grande échelle**

L'échelle de réseau pourrait être grande dans des zones urbaines denses comme le centre-ville, des routes et à l'entrée des grandes villes.

✓ **Une Densité de réseau variable**

La densité de réseau dans VANET varie selon la densité de trafic, qui peut être très élevée dans le cas d'un embouteillage, ou très bas, comme au trafic de banlieue.

✓ **Une grande capacité de calcul**

Les nœuds dans VANET sont des véhicules, ils peuvent être équipés d'un nombre suffisant de capteurs et des ressources informatiques comme processeurs, une grande capacité de mémoire, technologie d'antenne avancée et système de navigation par satellites (GPS). Alors les véhicules peuvent effectuer des calculs complexes et possèdent de fortes capacités de détection.

### 1.1.7 Les challenges dans les VANETs

#### ✓ **L'Évanouissement du signal**

Les objets placés comme des obstacles entre deux véhicules communicants sont l'un des défis qui peuvent affecter l'efficacité de VANET ; ces obstacles peuvent être d'autres véhicules ou de bâtiments répartis le long des routes en particulier dans les villes. Leur impact est placée sur le signal empêchant d'atteindre sa destination et à l'augmentation de l'atténuation dans le signal transmis [JK08].

#### ✓ **La Limitation de la bande passante**

Un autre problème important dans le VANET est l'absence d'un coordonnateur central qui contrôle les communications entre les nœuds, et qui a la responsabilité de gérer le fonctionnement de la bande passante et la discorde. Par conséquent, il est nécessaire d'utiliser la disponibilité de la bande passante efficacement. Il y a une forte probabilité que la congestion du canal peut se produire, en raison de la portée limitée de la fréquence de la bande passante (10-20 MHz) pour les applications VANET, en particulier dans un environnement de haute densité. L'utilisation équitable de la bande passante a son impact sur la réduction du délai de diffusion des messages ; si un véhicule a besoin d'envoyer un message et trouve qu'il n'y a pas des possibilités de transmission, il doit attendre un moment pour avoir une chance de transmission, ce qui aura un effet sur l'augmentation de la latence, en particulier dans les zones urbaines .

✓ **La connectivité** En raison de la grande mobilité et l'évolution rapide de la topologie, qui conduisent à une fragmentation fréquente dans les réseaux, la durée de temps nécessaire pour allonger la durée de vie de la communication de liaison doit être aussi longue que possible. Cette tâche peut être accomplie en augmentant la puissance de transmission ; Toutefois, cela peut conduire à une dégradation de débit . En conséquence, la connectivité est considéré comme une question importante dans VANET, bien que de nombreuses études dans MANET (Blum et al., 2004 ;. Artimy et al, 2004, 2005) ont mis l'accent sur la résolution de ce problème. Néanmoins, il occupe encore une grande partie des efforts vers le développement VANET .

#### ✓ **la Sécurité**

La sécurité est un défi majeur ayant un grand impact sur le futur déploiement

des réseaux véhiculaires ainsi que leurs applications. En raison de la sensibilité des domaines d'utilisation des VANET, une intrusion d'un véhicule malicieux aurait des conséquences graves sur l'ensemble des véhicules interconnectés. C'est pour cette raison que beaucoup de travaux de recherche ont été réalisés pour développer un mécanisme de sécurité instituant les relations de confiance entre les nœuds communicants et garantissant le contrôle d'accès aux services.

### ✓ **L'accès au canal**

Les réseaux véhiculaires utilisent des communications radio. Par conséquent, il est important de concevoir des solutions spécifiques aux réseaux VANET qui permettent d'apporter de la qualité de service et de gérer les priorités en résolvant les problèmes d'interférences radio, des problèmes de propagation à multi-trajets des ondes ainsi que les irrégularités électromagnétiques.

### ✓ **La localisation des véhicules**

Si l'un des véhicules du réseau doit être localisé (dans le cas d'un accident par exemple), les autres doivent être informés de sa position. Le problème est que tous les véhicules ne sont pas équipés d'un système de repérage par satellite (GPS). Pour cette raison, un mécanisme de localisation sans utilisation de GPS est nécessaire.

### ✓ **Les problèmes de congestion**

L'un des problèmes des VANET est que chaque véhicule communique avec tous ceux qui sont dans sa zone de couverture. Ceci entraîne une dégradation de la qualité de service (QoS) avec l'augmentation du nombre de véhicules. Ce problème a fait l'objet de plusieurs études.

### ✓ **La Mobilité dans la simulation des réseaux**

Dans la simulation des VANET, le facteur mobilité a longtemps été négligé. On ne considérait pas la différence de mouvements entre les nœuds des VANET et des MANET, ce qui pouvait biaiser les résultats de la simulation. Pour cette raison, de plus en plus d'équipes de recherche s'intéressent à l'étude de la mobilité dans les VANET. Avec un bon simulateur, plus le modèle de mobilité est réaliste, plus les résultats de la simulation sont proches de la réalité. D'où l'impact direct des modèles de mobilité sur la réussite d'une simulation.

### ✓ **Le Routage**

Le routage dans les réseaux VANET est un problème très difficile à gérer et un axe de recherche pour beaucoup de chercheurs. Pour que les véhicules puissent communiquer entre eux, un protocole de routage doit être défini. En effet quand les terminaux ne sont pas à une portée de transmission radio directe, le routage est exigé pour établir la communication entre les véhicules.

### 1.1.8 La classification des applications VANET

Les communications v2v et v2i permettent le développement d'un grand nombre d'applications et peut fournir une vaste gamme d'informations aux conducteurs et des voyageurs.

Comme indiqué la figure 1.6, Les applications VANET sont classifiées selon leur but principal en trois grands groupes :

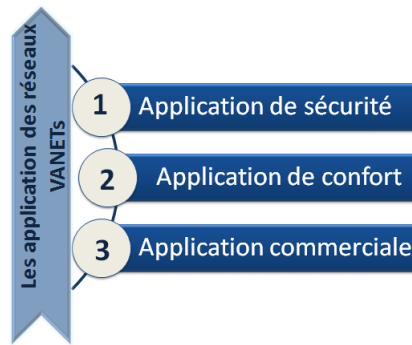


FIGURE 1.6: Les différents types des réseaux sans fil

#### 1.1.8.1 Les applications de la sécurité routière

La sécurité routière dans le monde entier pose un véritable problème de développement et de santé publique sur le plan socio-économique. Elle est devenue une priorité dans la plupart des pays développés, cette priorité est motivée par le nombre croissant d'accidents sur les routes associé à un parc de véhicules de plus en plus important. Les applications de la sécurité routière aident le conducteur à éviter les dangers potentiels via l'échange d'informations entre les véhicules. Ce sont les applications les plus importantes, car elles servent à éviter les accidents. Ils peuvent prendre le contrôle du véhicule en cas de situations dangereuses, comme dans le cas du freinage automatique, ou seulement envoyer des messages d'avertissement aux conducteurs et voilà quelque exemple de ces applications :

✧ **L'Évitement des collisions en intersection**

Le système d'évitement de collision d'intersection mènera à l'évitement de beaucoup d'accidents de la route, ce système est basé sur la communication I2V ou V2I. Les capteurs à l'infrastructure rassemblent, traitent et analysent les informations des véhicules se déplaçant près de l'intersection, selon l'analyse des données, s'il y a une probabilité d'accident ou une situation dangereuse, un message d'alerte est envoyé aux véhicules dans la zone d'intersection pour les avertir de la possibilité de l'accident.

✧ **La Sécurité publique**

Les applications de sécurité publique ont pour but d'aider des conducteurs quand un accident est arrivé et supporter des équipes de secours en réduisant au minimum leur temps de voyage et fournit leurs services.

### ※ L'Extension de signe

Le but principal de cette application est d'alerte des conducteurs inattentifs aux signes qui sont placés sur le côté de la route en conduisant pour empêcher des accidents.



**FIGURE 1.7:** le freinage automatique



**FIGURE 1.8:** avertissement au situation du danger [BMT<sup>+</sup>98]

### 1.1.8.2 Les applications de confort

Cette catégorie d'application est mentionnée comme des demandes non de sécurité et le but d'améliorer le niveau de confort des passagers et des conducteurs (rendez le

voyage plus agréable) et d'économiser le temps et de l'argent aux conducteurs comme le Péage électronique Figure1.9 (télépéage) le tableau1.1 représente quelque exemple des applications de confort.

L'application	La description
Avertissement d'accès et détour limitée	Une unité routière envoie des informations en diffusion sur les zones d'accès limité. Ou détours possibles.
Péage électronique (télépéage)	Le télépéage ( ETC pour ElectronicToll Collection) qui permet d'automatiser la collecte du péage et aux véhicules de franchir les péages sans avoir besoin de s'arrêter.
Notification de disponibilité de stationnement	La diffusion d'informations utiles sur la disponibilité de l'espace de stationnement dans les parkings en indiquant aux conducteurs les espaces libres .
Notification de route encombrée	Un véhicule dans une route encombrée envoie des informations en diffusion aux autres véhicules .

TABLE 1.1: des exemples des applications de confort [02]



FIGURE 1.9: le Péage électronique

### 1.1.8.3 Les applications commerciales

Ce type d'application sert à rendre le voyage plus confortable et productif .Ce confort est illustré par l'accès à internet, la messagerie, le chat inter-véhicule, etc. Les passagers dans la voiture peuvent jouer en réseaux , télécharger des fichiersMP3, envoyer des cartes à des amis, ..... etc.Le tableau 1.2 représente des exemples sur des application de commerciales.

L'application	La description
Diagnostic à distance	Le conducteur peut démarrer une connexion sans fil avec le concessionnaire afin de télécharger les informations de diagnostic du véhicule pour détecter les problèmes possibles.
téléchargement des cartes ou multimédia	Un véhicule peut démarrer une connexion sans fil avec le réseau domestique ou un point d'accès pour télécharger des cartes et des contenus multimédia.
Annonce de service	Les restaurants et autres entreprises peuvent utiliser une unité de route pour envoyer des messages promotionnels pour les conducteurs des véhicules qui en sont à leur portée de communication.

**TABLE 1.2:** des exemples des applications commerciales [MV14]

## 1.2 Les Standards pour les VANETS

### 1.2.1 Le standard DSRC

#### 1.2.1.1 Définition du DSRC

Le standard DSRC, pour Dedicated Short Range Communications est initialement utilisé dans l'Europe pour définir le type de communication spécialement conçues pour les systèmes de transport intelligent. Le DSRC est une variante de la norme IEEE 801.11p , il fournit un service de communication de courte à moyenne portée [ASADABZ14], et supporte des applications de sécurité et d'autres types d'applications dans un environnement de communication v2x , pour une gestion avancée du trafic, permettraient à long terme de rendre la conduite plus sûre et plus confortable. Le DSRC offrant un taux de transfert de données très élevés en minimisant la latence dans la liaison de communication.

#### 1.2.1.2 L'allocation du spectre DSRC dans le monde entier

La Commission Fédérale des Communications (Federal Communications Commission (FCC)) américaine a alloué une bande de fréquence de 75MHz dédié aux communications automobiles à courte portée qui œuvre autour de 5.850 - 5.925 GHz [ASADABZ14] aux USA. L'autorité d'attribution des fréquences d'Union européenne. A alloué une bande de fréquences de 30 MHz, qui œuvre autour de 5,875 à 5,905 GHz [BZVR11] pour les applications de sécurité et les autres services d'ITS .Dans le but d'augmenter la portée à 70 MHz .

Au Japon. Une bande de fréquence a été allouée pour les applications d'ITS avec une bande de fréquence de 5,77 à 5,85 GHz [BZVR11]. - Les gammes de fréquences du DSRC pour les différentes régions du monde sont résumées dans la figure 1.10.

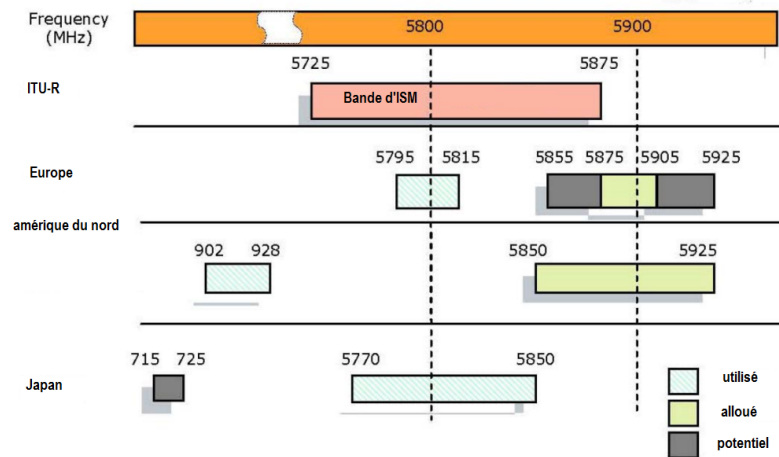


FIGURE 1.10: L'attribution du spectre DSRC dans le monde entier[Sjö11]

### 1.2.1.3 L'allocation du canal

#### ► Dans les États-Unis

La bande DSRC est segmentée en 7 canaux (Figure 1.11 ) de 10 MHz pour chaque canal, l'ensemble des canaux se répartissant fonctionnellement en 1 canal de contrôle (table 1.3 ) c'est le canal 178 CCH de contrôle est généralement réservé pour les communications liées à la sécurité routière. Les deux canaux aux extrémités de la bande de fréquences sont réservés à des utilisations particulières « le canal 172 CCH pour la sécurité de la vie ». Les restes sont des canaux de service (SCH) disponibles à la fois pour la sécurité et l'utilisation non-sécurité. [BZVR11].

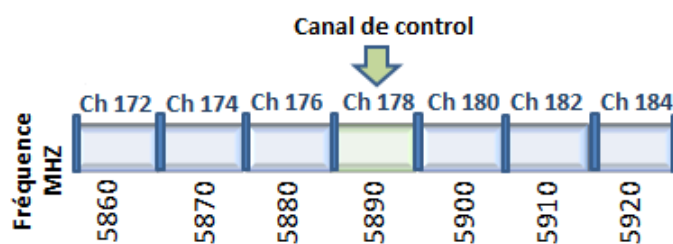


FIGURE 1.11: Attribution des canaux DSRC aux États-Unis

numéro de canal	fréquence MHZ	discription
172	5855 - 5865	sécurité de la vie
174	5865 - 5875	canal de service
176	5875 - 5885	canal de service
178	5885 - 5895	canal de contrôle
180	5895 - 5905	canal de service
182	5905 - 5915	canal de service
184	5915 - 5925	canal de service pour la sécurité public

TABLE 1.3: Attribution des canaux DSRC aux États-Unis[BZVR11]

► **En Europe**

Quatre bandes spécifiques sont définies dans [LW07] :

- "ITS-G5A", de 5,875 à 5,905 "GHz" :pour les futures applications d'ITS
- "ITS-G5A", de 5,875 à 5,905 "GHz" :pour les applications de sécurité d'ITS
- "ITS-G5B", de 5,855 à 5,875 GHz :pour les applications non-sécurité
- "ITS-G5C", de 5,470 à 5,725 GHz :qui est une bande de Radio LocalArea Network (RLAN)cette bande peut être utilisé aussi pour les applications d'ITS

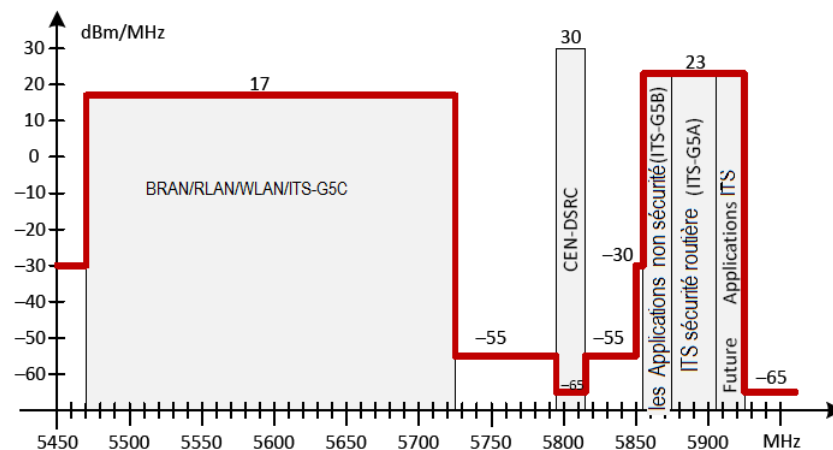


FIGURE 1.12: Attribution des canaux DSRC en Europe[Sjö11]

### 1.2.1.4 Les caractéristiques physiques du standard DSRC

Dans [ZHC<sup>+</sup>12] les auteurs comparent les normes régionales récentes pour DSRC illustré dans le tableau 1.4

	Japon	L'Europe	L'Amérique
Duplex	OBU :semi-duplex RSU :duplex inté- gral	semi-duplex	semi-duplex
Système de communication	Active	Passive	Active
Bande de fréquence	bande de 5.8 GHZ , bande passante de 80MHZ	bade de 5.8 GHZ, bande passante de 20MHZ	bande passante 5.9GHZ , bande passante de 75 MHZ
Canal	Liaison montante/descendante =7	4	7
Canal de séparation	5MHz	5MHz	10MHz
débit de transmission de donnée	Liaison montante / descendante =1 ou 4 Mbps	liaison descendante = 500 Kbits/s Liaison montante = 250 Kbits/s	liaison descendante / montante = 3- 27 Mbits/s
couverture modulation	30 m 2-ASK, 4-PSK	15-20 m RSU : 2-ASK OBU : 2-PSK	1000 m(maximum) OFDM

TABLE 1.4: les normes régionales pour DSRC

## 1.2.2 Historique

Comme nous l'avons déjà dit qu'En 1999, la Commission Fédérale des Communications (Federal Communications Commission (FCC)) américaine a alloué une bande de fréquence pour les applications liées au domaine des systèmes de transport intelligents."Pour améliorer la sécurité des voyageurs, réduire la congestion du trafic, faciliter la réduction de la pollution de l'air" [SB09] .

La standardisation des DSRC a commencé au niveau d'ASTM (American Society for Testing and Materials). Elle a adopté un standard nommé ASTM E2213-03, basé

sur l'IEEE 802.11. En conformité avec la bande DSRC (Dedicated Short Range Communication). [SB09] .

En 2003, Le groupe IEEE définit un nouveau standard nommé WAVE (Wireless Ability in Vehicular Environments) pour les accès sans fil dans les réseaux véhiculaires. En outre, en Europe, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) a lancé un standard pour la communication véhiculaire, Communications Access for Land Mobiles (CALM). Il définit une architecture de communication avec plusieurs technologies d'accès. compris WiMAX, Wi-Fi, EDGE, GPRS, 2G et 3G. Au niveau Européen, en Décembre 2007 l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) a récemment créé un comité technique TC ITS, afin de développer des standards et spécifications pour les ITS.

### 1.2.3 WAVE/IEEE 802.11.P

L'IEEE a étendu sa famille de protocoles 802.11 en ajoutant le 802.11p en 2010 [BTD<sup>+</sup>14] . Ce protocole modifie la couche physique et la couche MAC pour s'adapter aux applications ITS. IEEE 802.11p est une variante personnalisée de l'IEEE 802.11a couche PHY, cette norme utilise le multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence OFDM. IEEE 802.11p combine les parties de la norme d'origine avec l'amendement 802.11e MAC pour le support de QoS.

L'objectif principal de l'IEEE 802.11p modifié est d'améliorer IEEE 802.11 pour soutenir la mobilité de véhicule jusqu'à 150 km / h [Sim13], en conformité avec la bande. En complément, l'IEEE a défini la famille de protocoles 1609[MV14]. La famille des standards IEEE 1609 pour WAVE, se décompose en quatre standards (1609.1 à 1609.4) figure 04.

- **IEEE 1609.1** : pour la Gestion des ressources.
- **IEEE 1609.2** : pour Les services de sécurité .
- **IEEE 1609.3** : pour définit le WAVE Short Message (WSM) et le protocole d'échange associé WAVE Short Message Protocol (WSMP), pour les services de niveau réseau et transport incluant l'adressage, le routage. Il assure que le système de communication prend en charge deux protocoles. Ils sont TCP / IPv6 et WSMP (figure 1.13).
- **IEEE 1609.4** : est défini pour les opérations multicanaux.

## IEEE WAVE/802.11p

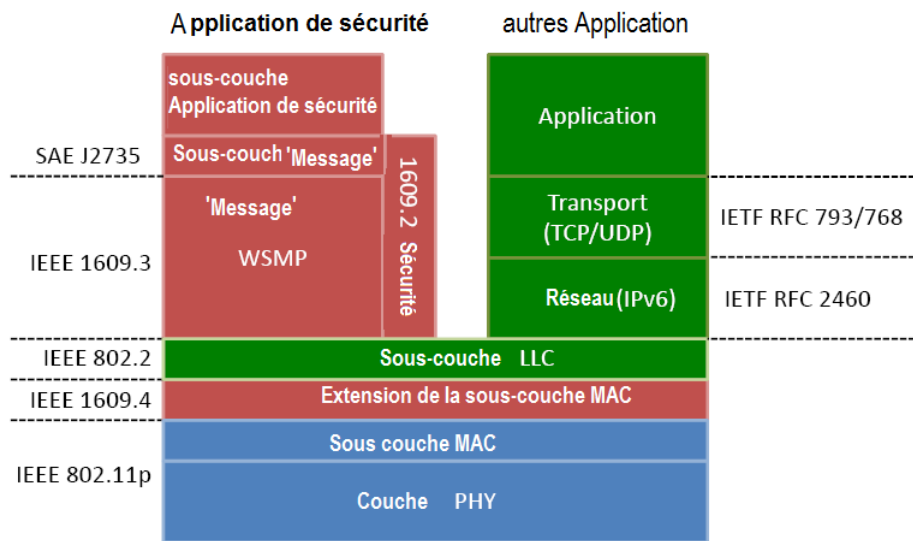


FIGURE 1.13: Structure de protocole WAVE [Sjö11]

### 1.2.4 L'ETSI : TC IT

Au niveau Européen, l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) a récemment créé un comité technique TC ITS, afin de développer des standards et spécifications pour les ITS. Le comité a mis en place un plan de route pour les prochaines années, afin de produire un ensemble de standards allant de l'architecture de communication à la spécification de protocoles, et il est organisé en 5 groupes de travail : WG1 - User Application requirements, WG2 - Architecture and cross layer issues, WG3 - Transport and Network, WG4 - Media and related issues, et le WG5 - Security. Dans le WG3 par exemple, ils s'intéressent à la spécification des protocoles d'adressage et de routage géographiques.

## 1.3 Le concept cross-layer dans les VANETs

Les communications sans fil dans les VANETs souffre des problèmes tels que le bruit, la perte de chemin et l'interférence comme dans les MANET. Les solutions basées sur les architectures de systèmes de communication traditionnels tels que les couches modèle OSI sont facilement applicables, ils omettent souvent de résoudre les problèmes fondamentaux dans les réseaux ad hoc, tels que les changements dynamiques de la topologie du réseau. Pour cela des solutions émergentes consiste à développer des approches cross-layer permettant aux différentes couches de coopérer ensemble.

Récemment, le design Cross-layer est apparu comme une approche intéressante pour l'amélioration des performances des réseaux VANETs. Cette approche consiste à concevoir des protocoles à travers l'exploitation des dépendances entre différentes couches, dont le but est d'obtenir un gain en performance.

### 1.3.1 Le design CROSS-LAYER

Le design cross-layer se réfère à une conception du protocole qui exploite la dépendance entre les couches de protocole [BZVR11] c'est-à-dire l'architecture cross-layer (inter-couche ou multicouche) implique une cassure de la notion des couches isolées, qui consiste à échanger des informations entre les différentes couches. Les conceptions peuvent être classées en fonction de la façon dont l'information est échangée entre les couches. Dans [BZVR11] les auteurs montrent que l'optimisation inter-couche peut être fait via quatre approches différentes. Ces approches sont représenté dans la figure 1.14. :

1. **Le flux d'informations avec des nouvelles interfaces :** Dans une structure en couches classique, les protocoles de chaque couche fonctionnent de façon modulaire pour optimiser leurs propres ensembles de variables. Par contre cette classe de modèles cross-layer promouvoir le flux d'informations entre les couches via des interfaces spécialisées. Une entité intermédiaire se charge des communications entre les différentes couches protocolaires. L'interface de flux d'informations peut être accompli par une base de données supplémentaire. Cette base est accessible par toutes les couches qui peuvent, ainsi, s'informer de l'état des autres couches ou récupérer des paramètres de configuration nécessaire à leur fonctionnement interne Figure 1.14(a).

2. **La Fusion des couches adjacentes :**

Selon cette stratégie, le service et les fonctionnalités des couches adjacentes sont combinées pour former une seule couche dite super-layer. Selon cette stratégie, le service et les fonctionnalités des couches adjacentes sont combinés pour former une seule couche appelée super-layer [BZVR11]. Puisque les couches sont combinées, l'optimisation commune peut être faite directement sur le super-layer comme si nous établissons un grand protocole uniforme simple. Évidemment, cette méthode n'exige aucune interface supplémentaire. Cependant, cette approche est extrême et il est rare à cause de leur de la complexité [BZVR11], il apporte à super-layer. En outre, cette approche peut avoir de graves répercussions sur l'entretien et la stabilité du système Figure 1.14(b).

3. **Le Couplage de conception sans nouvelles interfaces :**

Dans cette stratégie, des couches multiples sont conçues dans une façon collaborative. Nous concevons une couche en regardant la fonctionnalité dans une

autre couche, créant ainsi une dépendance même au moment de la conception. La couche référencée est appelée la couche fixe (FL) et l'autre couche est appelée la couche destinée (le DL) [Sim13]. Puisque le DL est construit basé sur FL, il n'y a aucun besoin d'une interface explicite entre eux. Par exemple, si la couche PHY est capable de la réception de paquet multiple, donc la couche de MAC doit être ajustée en conséquence. Dans ce cas particulier, la couche PHY est le "FL" tandis que la couche de MAC est le "DL". Notez que, n'importe quel changement de FL doit être suivi avec un changement équivalent en DL Figure 1.14(c).

#### 4. Le Calibrage verticale des couches :

Cette stratégie consiste à calibrer les paramètres en traversant plusieurs couches. La performance d'une application dépend des réglages des paramètres de toutes les couches inférieure, Les réglages conjoints permettent d'obtenir de meilleures performances qu'avec des réglages indépendants. L'optimisation conjointe peut être soit statique, effectuée au moment du design ou dynamique, effectuée lors de l'exécution, l'optimisation dynamique est évidemment plus complexe et il nécessite la mise à jour de l'information constante à travers les couches pour assurer l'exactitude Figure 1.14(d) .

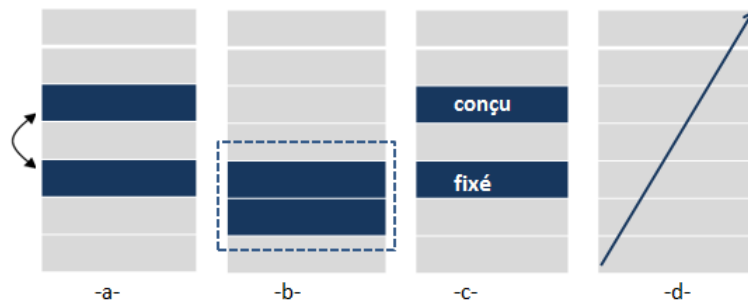


FIGURE 1.14: les Approches de conception cross-layer

### 1.3.2 La Dissémination d'informations dans les VANETs

Récemment, Des nombreux protocoles ont été proposés dans la littérature pour acheminer et assuré un échange d'information entre les véhicules d'une manière efficace. Dans ce chapitre nous avons présenté Dans [AAF<sup>+</sup>14] les auteurs ont classé les types de protocole selon les types d'application comme suit : les protocoles de dissémination (ou broadcast) pour les applications de sécurité et unicast et geocast pour les applications de confort et commerciale comme illustre dans la figure 1.15.

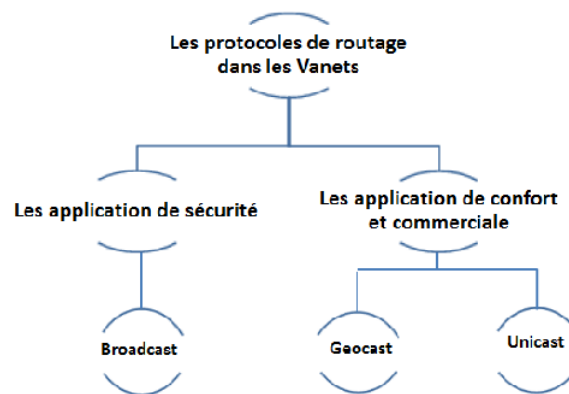


FIGURE 1.15: les types de protocole selon les applications des VANETs [AAF<sup>+</sup>14]

- **les protocoles de routage Unicast** : Il s'agit des protocoles dont l'objectif est de transmettre une donnée d'une source connue à une destination connue .
- **les protocoles multicast et Geocast** : qui sont utilisés dans VESPA (Vehicular Event Sharing with a mobile P2P Architecture) « un système conçu pour le partage d'informations entre véhicules en réseaux ad-hoc. ». Il s'agit des protocoles dont l'objectif est de diffuser une information à tous les véhicules présents dans une certaine zone géographique spécifique.
- **les protocoles de Broadcast** : dont l'objectif est principalement de diffuser des messages d'urgences à tous les véhicules situés dans une zone d'intérêt.

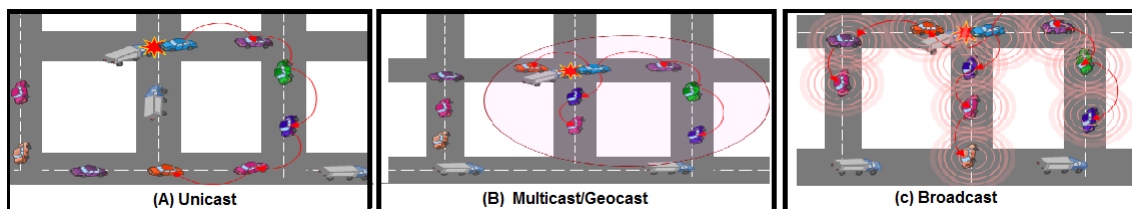
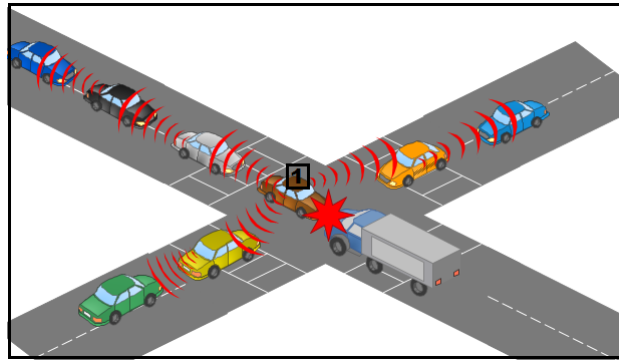


FIGURE 1.16: Les différents scénarios de communication dans VANETs

Les applications de sécurité sont considérées comme le groupe le plus désirable des applications qui devraient rendre la route plus sûre, il permet de diminuer le risque des accidents dans la route et donner vision instantanée sur le trafic routier. Comme montre la figure 1.17.



**FIGURE 1.17:** : le véhicule 1 envoie des messages d'alerte pour avertir les autres véhicules d'un état de danger

Le protocole de broadcast est le mode de communication le plus approprié pour les applications de sécurité routière, ils peuvent être généralement divisés en deux principales Catégories : [GK14]

- ▶ **Broadcast à un saut** : un message de sécurité est généré périodiquement par chaque véhicule pour informer ses voisins sur son état comme la vitesse, la position ect. l'objectif est d'avoir une vision locale sur l'état du trafic.
- ▶ **Broadcast à multi-saut** : où messages de sécurité seraient générés quand un état anormal ou de danger imminent est détecté (collision à l'intersection), de sorte que les conducteurs seront en mesure d'éviter le danger, ou réagir de manière appropriée dans le cas où il ne peut être évité.

Dans cette section, nous nous basons sur les techniques de broadcast multi-saut qui visent à diffuser des messages d'alertes, en cas d'accident ou d'obstacle, à tous les véhicules situés dans la zone de danger.

## 1.4 Les protocoles de broadcast dans les VANET

Le protocole de broadcast le plus simple s'appelle le "flooding" ou "inondation" où tous les véhicules participent à la retransmission, l'inconvénient majeure de ce protocole est la redondance des messages envoyés, et la diffusion des plusieurs messages en même temps sur un canal de transmission partagé va causer la saturation de la bande passante et augmente le risque d'interférence (collision), (surcharge du réseau implique la dégradation des performances). Il s'agit du problème nommé en anglais "the Braodcast storm problem" [GK14]. Plusieurs protocoles ont été proposés pour éviter ce problème :

### 1.4.1 Le protocole TRADE (TRAck DEtection)

Le protocole TRADE chaque nœud classe ses voisins dans différents groupes et assigne ensuite certains nœuds de chaque groupe pour retransmettre le message, ce qui réduit l'utilisation de la bande passante [GK14]

- **La classification des voisins :** Voici la description détaillée de la façon dont le protocole TRADE classe les véhicules voisins : Supposons qu'un véhicule "A" souhaite classer les véhicules dans son voisinage. L'expéditeur A doit maintenir une liste comprend les informations de position de ses voisins, Ce liste doit être mise à jour régulièrement. L'expéditeur catégorise les véhicules voisins en fonction de leur position et les vecteurs dans l'une des trois catégorisé, Soit B n'importe quel véhicule dans le voisinage de A, La méthode de TRADE utilise trois vecteurs pour classer B. Les trois vecteurs sont [SFL<sup>+</sup>00] :

- $\overrightarrow{A'A}$  : le vecteur depuis la position précédente de A vers sa position actuelle
- $\overrightarrow{B'B}$  : le vecteur depuis la position précédente de B vers sa position actuelle.
- $\overrightarrow{AB}$  : le vecteur depuis la position actuelle de A vers la position actuelle de B L'angle compris entre " $\overrightarrow{AA'}$  :" et " $\overrightarrow{B'B}$  :", désigné par " $L(\overrightarrow{AA'} ; \overrightarrow{B'B} :)$ ". Est utilisée pour déterminer si les deux véhicules sont sur la même route. En utilisant les vecteurs ci-dessus, le protocole TRADE classe les véhicules voisins en trois groupes [SFL<sup>+</sup>00],[AAF<sup>+</sup>14] :

1. Le premier groupe : les voisins qui prennent le même chemin et avant A :

si  $L(\overrightarrow{AA'} ; \overrightarrow{AB} :)$  est proche de  $0^\circ$  .

2. Le deuxième groupe : les voisins qui prennent le même chemin et derrière A : si  $L(\overrightarrow{AA'} ; \overrightarrow{AB} :)$  est proche de  $180^\circ$  .

3. Le troisième groupe : Les voisins qui prennent un chemin différent : dans les autres cas .

- **La sélection du prochain retransmetteur :** Après la classification des voisins. L'expéditeur sélectionne le nœud plus éloigné dans le 1er et 2em groupe et sélectionne tous les véhicules dans le 3eme groupe Ce protocole vise à accroître l'accessibilité et l'utilisation efficace de la bande passante et à garantir une meilleure fiabilité avec un nombre de rediffusions limité.[SFL<sup>+</sup>00],[AAF<sup>+</sup>14] Un véhicule doit alors désigner parmi ses voisins, en fonction de leurs déplacements, ceux qui assurent la retransmission des messages.

### 1.4.2 Le protocole Media Access Control (MAC)

MAC vise à éviter le long délai et le problème de broadcast storms, en permettant au nœud le plus éloigné de l'expéditeur d'être le prochain relais. Ce Protocole est nécessaire pour garantir la diffusion de données un saut et multi-saut dans les réseaux

de véhicules [AAF<sup>+</sup>14] ,[PA12] . Le protocole est conçu pour répondre à ces exigences et vise à éviter le long délai et le problème de broadcast storm , en permettant au nœud plus éloigné de l'expéditeur pour être le prochain relais [AAF<sup>+</sup>14]. Uniquement les nœuds dans la zone délimitée par la direction de paquet sont autorisés à participer à la prochaine sélection de relais.

la zone limite spécifiée par la direction des paquets est divisée en sept segments. L'expéditeur envoie le message ainsi que sa position dans l'en-tête du paquet. Les nœuds qui reçoivent les paquets de données, calculent leur direction par rapport à l'expéditeur. Ces calculs seront fait en comparant leur position actuelle avec l'information de position de l'émetteur dans le paquet donné.

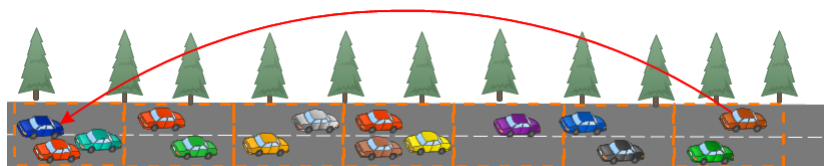
Chaque nœud participant vérifie sa propre liste des voisins afin de déterminer celui qui est dans la zone de la frontière. Chaque nœud participant compare son numéro de segment avec les numéros de segments de ses voisins pour décider si lui-même est dans le segment le plus éloigné de l'expéditeur. Le nœud dans le segment le plus éloigné de l'expéditeur sera sélectionné comme le prochain relais.

S'il existe plus d'un nœud dans le segment le plus éloigné, un temps " backs-off " qui est proportionnel à la vitesse du nœud sera attribuée à chaque nœud.

Cependant, pendant la transmission du paquet par le prochain relais sélectionné, les autres nœuds dans le segment le plus éloigné tiendra le message et attendre comme des nœuds de sauvegarde, à la fin de la transmission.

les nœuds de sauvegarde vérifieront pour comparer le message dans leur tampon avec celui qu'ils ont reçu du relais, s'il y a une correspondance, le nœud décidera que le paquet a été transmis au préalable de l'expéditeur et l'opération de relais sera annulée. Ce processus sera valable pour tous les nœuds candidats.

le fonctionnement du protocole MAC est résumé dans la figure ??, l'expéditeur diffuse un paquet. La zone de frontière est identifiée dynamiquement selon le nœud source par les véhicules qui reçoivent le paquet. Les nœuds dans le sixième segment, décidez qu'il n'y a aucun nœud dans le septième segment en cherchant leur liste et prendre la responsabilité de relais.



**FIGURE 1.18:** la Fonctionnement de protocole MAC[JGC08]

### 1.4.3 Protocole REAR (Reception Estimation AlarmRouting )

« REAR » intègre un mécanisme de choix des nœuds relayeurs en fonction de leur propre estimation de la probabilité de réception. Il donne la priorité aux nœuds qui ont la plus grande probabilité pour relayer un message d'alarme, donc ce protocole ne pas relayer le nœud qui fournit le plus grand progrès sur la distance, REAR maximiser la probabilité de réception afin d'étendre la distance de couverture et de maintenir une propagation rapide. [AAF<sup>+</sup>14]

Par la méthode de balisage chaque nœud maintient une liste de ses voisins qui contenant position (coordonnées GPS).L'expéditeur diffuse le message d'alarme y compris la direction de propagation de message et une liste des voisinages de l'expéditeur et les probabilités qui est calculée localement, uniquement les nœuds en direction de propagation peuvent participer à la sélection des nœuds de relais.

les nœuds participant calculent les probabilités de réception, chaque nœud va attendre un délai de contention qui est inversement proportionnelle à sa probabilité de réception. Le nœud avec le retard de contention le plus court sera élu comme un relais et envoyer le message plus loin dans le réseau. L'évaluation de simulation de ce protocole montre sa grande fiabilité tandis que son temps de latence affecte ses performances.[AAF<sup>+</sup>14]

### 1.4.4 Les protocoles de multicast pour la dissémination des messages

Ce protocole utilise le critère de nœud le plus demandé pour sélectionner le relais suivant, le but du routage multicast est de diffuser des messages d'avertissement à tous les véhicules en danger en temps utile, ce protocole adopte deux stratégies :

la première stratégie consiste à réduire la transmission inutile en envoyant les messages d'avertissement uniquement aux véhicules en danger. Par exemple, la figure 1.196 montre un scénario où un véhicule effectué un mouvement brusque pouvant mettre en danger les véhicules .

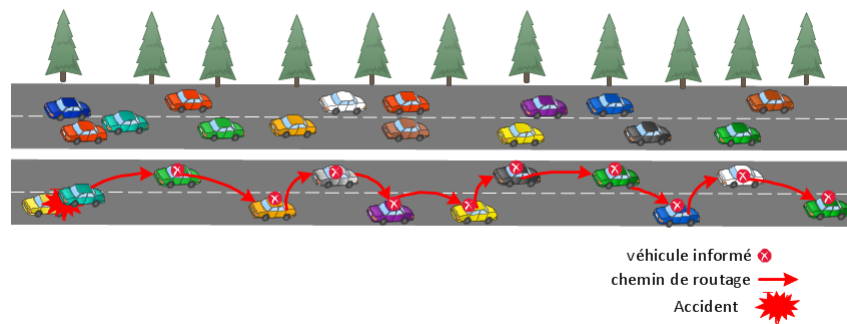


FIGURE 1.19: le routage hop-multi pour les messages d'avertissement

• Minimiser la portée de transmission à l'aide de la commande de puissance de transmission adaptative. La minimisation de la portée de transmission peut augmenter le délai et la capacité du réseau. [STFL10]

Le balisage est utilisé de sorte que la position de chaque nœud voisin est déjà connue. Le problème de recherche d'arbre de recouvrement de coût minimum sous contrainte sur le degré des nœuds (Degree Constrained Minimum Spanning Tree, DCMST), est un problème "NP-Difficile" largement étudié dans la littérature. De nombreux algorithmes existent pour résoudre tel problème.

#### 1.4.5 Le protocole DVCAST (Distributed Vehical Broadcast Protocol)

Le protocole de diffusion distribué pour les véhicules DVCAST utilise le principe de diffusion. Chaque véhicule utilise un drapeau (flag) pour vérifier si le paquet est redondant ou non et il utilise des informations locales de topologie en envoyant des messages périodiques "hello" pour diffuser les informations. DVCAST est un protocole qui divise les véhicules en trois catégories en fonction de leur connectivité locale : connecté, peu connecté et zone de voisinage totalement déconnectée[AAF<sup>+</sup>14].

#### 1.4.6 Le protocole de broadcast OAPB ( Optimistic Adaptive Probabilistic )

OAPB utilise hello messages pour déterminer la topologie du réseau local. Puis cette information est utilisée par chaque véhicule pour calculer la probabilité de transmission  $\emptyset$  selon l'équation suivante[AAF<sup>+</sup>14],[AH05] :

$\emptyset = (P_0 + p_1 + p_2) / 3$  Où  $P_0$  c'est une fonction du nombre des voisins d'un saut,  $p_1$  est une fonction du nombre des voisins de deux saut et  $P_2$  est une fonction du nombre des voisins de deux saut qui peut être atteint à travers d'un voisin particulier a un

saut. Les véhicules qui ont les mêmes probabilités de transfert seront affectés des délais différents comme suit :

$$\Delta(t) = \Delta(t)_{\max} \times (1 - \emptyset) + \delta$$

$\Delta(t)_{\max}$  = Le maximum c'est de temps de retard

$\delta$  = Variable aléatoire en millisecondes

### 1.4.7 Le protocole UMB (Urban Multihop Broadcast Protocol)

C'est un protocole efficace de la norme 802.11, basé sur l'algorithme de diffusion multisaut pour les réseaux inter-véhiculaires avec support d'infrastructure, dans le but de réduire les collisions et d'utiliser efficacement la bande passante. Contrairement aux protocoles de diffusion par inondation, UMB confie les opérations d'envoi et de reconnaissance des paquets aux nœuds les plus éloignés sans connaître à priori des informations sur la topologie du réseau. UMB est décomposé en deux phases : la première appelée diffusion directionnelle, où le véhicule source sélectionne un nœud dans la direction de diffusion pour faire un relaying de données sans aucune information sur la topologie. La deuxième diffusion aux intersections pour disséminer les paquets dans toutes les directions, pour cela UMB utilise des répéteurs installés dans les intersections pour l'envoi des paquets vers tous les segments. On suppose que chaque véhicule est équipé par un récepteur GPS (Global Position System) et une carte routière électronique. Le principal avantage du protocole UMB est la fiabilité de diffusion multi-saut dans les canaux urbains [KEÖÖ04].

### 1.4.8 Le protocole smart broadcast SB

Le protocole SB a proposé une nouvelle fonctionnalité pour éviter la limitation de l'UMB, UMB prend du temps pour résoudre le problème de collision lorsqu'il se produit, par ailleurs UMB assigne le signal de brouillage plus long pour le relais suivant, ainsi que, le prochain relais doit attendre longtemps avant de transmettre le signal de départ. En SB l'émetteur transmet d'abord le message RTS qui contient sa position, la taille de la fenêtre et, la direction de propagation. Seuls les nœuds dans la direction du broadcast peuvent participer à l'élection de nœud relais, une fois que les nœuds de candidat reçoivent le paquet RTS, ils comparent leur emplacement avec l'emplacement de l'expéditeur et déterminent leurs secteurs, puis les nœuds choisissent leur délai d'attente. Pour chaque secteur, il ya un délai d'attente réglé de telle façon que le véhicule dans le secteur le plus éloigné de l'expéditeur lui sera donné le plus court temps d'attente. Donc, pour les secteurs  $N_s$ , le délai d'attente  $W_r$ , pour les véhicules dans le secteur  $r$  est obtenue au hasard à partir ensemble suivant :

$W_r = (r-1)c_w, (r-1)c_w+1, \dots, rc_w-1$  Où  $r$  est le numéro de secteur et  $CW$  est la durée du délai d'attente, qui garantit au véhicule dans le secteur le plus éloigné à donner les

meilleurs délais. L'accès aléatoire avec mécanisme BACK-OFF est adopté lorsque la collision se produit. À l'expiration du temps d'attente, le relais élu envoie un CTB à l'expéditeur qui lui-même commence à envoyer un message de données. Donc SB intègre un mécanisme d'attente avant retransmission d'un message afin d'améliorer l'accès et l'efficacité des transmissions [FZZ06].

#### **1.4.9 Le Protocole RBLSM ( Reliable Broadcasting of Life Safety Messages )**

Ce protocole permet la Diffusion fiable des Messages de sécurité de la vie, il utilise RTS et CTB de paquet de contrôle, ce protocole choisit le nœud le plus proche à l'expéditeur comme relais suivant, de sorte qu'il maximise la probabilité de réception et d'augmenter la fiabilité du réseau. Khan et al. En (2011) [AAF<sup>+</sup>14] évaluent l'utilisation des handshaking contre la diffusion immédiate et ils font valoir qu'en raison de la petite charge utile des messages de sécurité, handshaking ne peut pas être un avantage car il peut ajouter plus de temps de propagation, au message. Et cette diffusion instantanée peut atteindre une meilleure performance [TH07] .

#### **1.4.10 Le protocole LW-RBMD (Light Weight Reliable Broadcast Message Delivery)**

Le protocole LW-RBMD vise à minimiser la quantité de la surcharge tout en conservant une haute fiabilité, ce protocole s'appuie ni sur balisage ni sur handshaking et encore choisit le plus éloigné nœud pour être le prochain relais pour le message de diffusion, l'expéditeur diffusera le message avec l'entête contenant ses informations (par exemple, la position), les récepteurs calculés et le nœud plus éloigné assurera la retransmission en premier lieu, l'expéditeur va écouter le message diffusé et le considérer comme un accusé de réception. Si l'émetteur ne reçoit pas l'accusé de réception après une certaine période de temps, il sera diffusé à nouveau. Pour la zone urbaine du protocole permet aux nœuds entiers qui sont dans la zone d'intersection pour retransmettre, ce qui augmentera la portée-capacité [SL12] .

#### **1.4.11 Le protocole MHVB( Multi-Hop Vector Broadcasting protocol)**

Le protocole MHVB est également un algorithme immédiat de diffusion qui utilise le nœud plus éloigné comme le relais suivant, lorsque le nœud reçoit le paquet, il calcule la distance à partir de l'émetteur et calcule son temps d'attente, le véhicule qui est le plus éloigné de l'expéditeur sera donnée le plus court le temps d'attente, lorsque d'autres véhicules reçoivent le message rediffusé ils vont annuler leur retransmission.

MHVB dispose d'un mécanisme de détection de la congestion, lorsque le réseau est encombré le véhicule va étendre son intervalle de diffusion, le réseau est considéré comme congestionné si le nombre de voisins pour certain véhicule est supérieur à un certain seuil et sa vitesse est inférieure à un certain seuil[MOL07].

### 1.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les réseaux VANETs d'une façon détaillé avec ses modes de communication V2I et V2V.nous allons voir les recherches qui ont étudié l'impact de ces spécificités, surtout sur les applications liées à la sécurité routière, et qui ont proposé des techniques de dissémination des messages d'alertes qui assurent la connectivité dans le réseau.

Dans le chapitre suivant, nous allons faire une étude comparative entre les protocoles de broadcast multi-saut que nous avons déjà vu dans ce chapitre ,une proposition d'une nouvelle technique de Broadcast basé sur l'adaptation de CWmin a un désigne cross layer qui peut être utilisée pour gérer l'accès au médium .

# Chapitre 2

## Contribution

### 2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter les critères de comparaison des protocoles de diffusion pour les applications de sécurité pour faire une description des protocoles de broadcast multi-saut selon plusieurs critères que nous avons déjà présenter dans le chapitre précédent et nous avons proposer une adaptation du CW selon la densité locale pour la dissémination multi-saut.

### 2.2 Comparaison : Étude comparative entre protocoles de broadcast multi-saut

#### 2.2.1 Les Critères de comparaison

Dans [AAF<sup>+</sup>14] les auteurs ont classifiant les protocoles selon deux critères qui sont : le mécanisme de diffusion et les critères des prochains relais. Dans cette partie nous avons ajouté deux autres critères : la sélection de relais suivant et la couche responsable puis nous avons proposé une classification des protocoles de broadcast multi-saut.

##### 2.2.1.1 Les Critères de comparaison selon les mécanismes

Dans [AAF<sup>+</sup>14] les auteurs classé les protocoles Selon le mécanisme pour lancer la communication, les protocoles de broadcast peuvent être classés en trois catégories comme suit :

1. **Les Protocoles de diffusion de connaissance de voisinage** : Dans l'approche de connaissance de voisinage, des messages de balise(Beacon) sont échangés pour collecter les informations nécessaires sur les véhicules dans certain voisinage [AAF<sup>+</sup>14]. Le balisage (en anglais Beaconing) consiste en la diffusion périodique aux voisins à un saut d'un paquet spécifique contenant des informations

utiles sur les véhicules pour les protocoles exécutés au niveau des nœuds voisins. Les informations incluses dans les balises comprennent des informations sur les nœuds tels que l'identifiant, les coordonnées géographiques et la vitesse de déplacement. Chaque véhicule maintiendra une liste des voisins avec toutes les informations nécessaire pour les calculs de sélection de prochain relais.

► Tous les protocoles qui utilisent cette méthode e sont pas très efficace en terme d'occupation de la bande passante, car les messages de balise réguliers peut causer une surcharge du réseau.

### 2. Le mécanisme basé sur le handshaking

Dans cette approche, l'expéditeur n'aura aucune idée sur la position de ses voisins donc tout d'abord, l'expéditeur envoie une requête pour un relais (connu dans la littérature comme RTS (demande-à-Send)) cette requête contenant sa position et toute autre information qui est nécessaire pour le calcul des certains critères, chaque nœud dans le voisinage reçoit la requête et fait des calculs en fonction de certains critères pour décider si c'est le relais potentiel ou non ,si il est le relais, il envoie un accusé de réception à l'expéditeur (connu dans la littérature sous le CTB (Clear-to-Broadcast)) et attend l'expéditeur pour envoyer le message de diffusion [AAF<sup>+</sup>14]. Ce mécanisme est utilisé pour réduire le problème de nœud caché. et Comme les collisions ne peuvent se produire que sur les paquets RTS ou CTB, ce mécanisme fournit une excellente protection pour les trames de grande taille pour éviter les collisions comme illustre la Figure 2.1 ,[VBK12].

► Malgré que l'utilisation des paquets RTS /CTB permet d'éviter les collisions mais si la taille de trame de donnée est très petit, le mécanisme RTS/CTS introduit un overhead (perte de bande passante) et un délai de transmission plus important. Pour remédier à cet inconvénient, l'utilisation de mode RTS/CTS est conditionnée par la taille de la trame de données qui doit dépasser un certain seuil, RTS threshold. Donc on utilise cette technique seulement pour les gros paquets à transmettre. Le point négatif de cette politique d'accès est qu'elle est probabiliste : il n'est pas possible de garantir un délai minimal avant l'accès au support, ce qui est problématique pour certaines applications (voix, vidéo, ...).

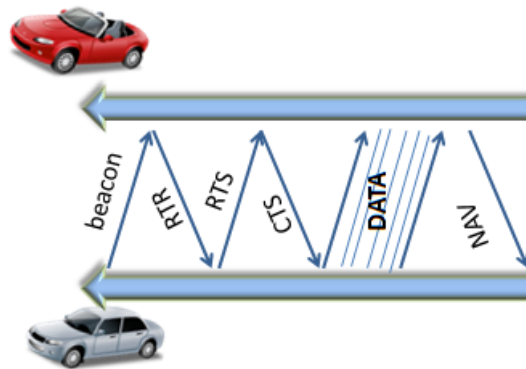


FIGURE 2.1: le mécanisme de handshaking dans les VANETs

3. **Le mécanisme de broadcast par l'envoi immédiat** Les protocoles qui appliquent cette approche ont l'intention de minimiser la quantité de la surcharge en conservant une grande fiabilité. Le cadre général de ces protocoles se présente comme suit : L'expéditeur envoie le message immédiatement avec sa position et toutes les autres informations nécessaires incluent dans l'en-tête du message diffusé. Les nœuds dans le quartier de l'expéditeur reçoivent ce message, puis sélectionnent le relais suivant. Le relais sélectionné rediffusera immédiatement le message. Habituellement dans ce cas, il y aurait une sorte de reconnaissance à l'expéditeur, soit par (recevoir en retour) le message rediffusé, ou directement par être reconnu depuis le relais. Si l'expéditeur n'a pas reçu l'accusé de réception, il sera diffusé à nouveau après une certaine période de temps [AAF<sup>+</sup>14].

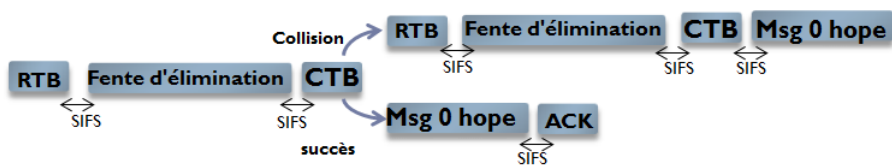


FIGURE 2.2: Broadcast basé sur le Handshake

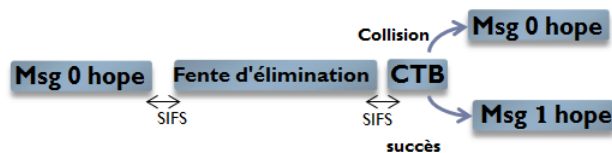


FIGURE 2.3: Broadcast basé sur l'envoi immédiat

► Malgré que la transmission immédiate est très rapide et est utile pour les applications en temps réel mais elle n'assure pas la fiabilité de la transmission.

### 2.2.1.2 Les Critères du prochain retransmetteur

C'est comment un nœud dans le quartier sera choisi comme le prochain relais pour transférer le message diffusé dans le réseau. Les Types[AAF<sup>+</sup>14] de critères sont examinés ci-dessous :

#### 1. Le nœud le plus éloigné

Ce critère suppose que le véhicule le plus éloigné dans la zone de couverture du véhicule transmetteur, peut couvrir une zone additionnelle importante par rapport à ceux qui sont proches. C'est raisonnable, parce que tous les véhicules entre l'expéditeur et le véhicule le plus éloigné ont déjà reçu le message diffusé, ce qui lui donne une grande probabilité d'être le prochain retransmetteur. Le calcul pour ce critère dépendra de la position géographique des nœuds du réseau. Ce critère est utilisé pour maximiser les progrès du nœud et de minimiser le nombre de rediffusion [AAF<sup>+</sup>14].

► Nœuds doivent connaître leur emplacement physique ie la présence de système GSM/GPS pour localiser ses véhicules.

- Ne prend pas en compte l'existence possible d'obstacles pour les transmissions radio.

- possible que le nœud le plus éloigné n'ayant pas le plus grand nombre des voisins.

#### 2. Le meilleur nœud de qualité de lien : Selon les conditions réelles des canaux sans fil le nœud le plus éloigné ne serait pas toujours le meilleur nœud pour relayer le message. Ainsi, dans ce critère, le nœud avec le meilleur état de canal sera sélectionné comme le prochain retransmetteur. Les Calculs de ce critère peuvent considérer, le montant de la puissance reçue et la distance entre les nœuds. Les protocoles utilisent ce critère est sensiblement fiable ; cependant, ils peuvent souffrir de latence et le retard total de bout en bout.

· Critique Dans le cas de la congestion exceptionnelle du réseau le nœud choisi n'est pas toujours possédée la meilleure qualité de lien.

#### 3. Le nœud le plus prioritaire

Dans ce cas, la réception du message est priorité selon les besoins des nœuds et le dernier temps que le message sera reçu par certains nœuds. Les nœuds qui sont mis en danger devraient recevoir le message selon le dernier temps pour qu'ils réagissent avec succès. Généralement les problèmes de graphique et de la position des nœuds sont utilisés pour le calcul de ce critère. Ces critères diminueront le

nombre de réceptions et assurer la livraison du message au nœud mise en danger, en tout cas une quantité considérable de calcul est nécessaire pour déterminer les nœuds ciblées.

4. **Retransmission basée sur la probabilité :** Les nœuds retransmettent le message avec une certaine probabilité attribuée à eux, donc le nombre de messages rediffusés sera réduit, comme tous les nœuds ne participent au processus de transfert, donc. Les techniques probabilistes ont pour but d'augmenter l'efficacité du broadcast simple. Si la probabilité de retransmission de tous les véhicules égale 1, ce schéma est similaire au broadcast simple. Dans un réseau de grande densité, plusieurs véhicules partagent une zone de couverture commune, ce qui augmente le risque de collision. Alors, pour diminuer ce risque, il est nécessaire d'empêcher quelques véhicules de retransmettre le message tout en diminuant leurs probabilités de retransmission. Le choix de la probabilité se fait en fonction de la distance qui le sépare du véhicule transmetteur de message véhicule et la densité du réseau.
5. **Le Nœud Backbone :**

Certains protocoles supposent l'existence d'infrastructures dans le réseau, ou former un type particulier de réseau (par exemple, le réseau de cluster). Dans lequel le message doit toujours être livré à certains nœuds comme illustre dans la figure 2.4. Dans tels cas, le relais suivant sera habituellement un nœud spécifié (mobile ou fixe). Chaque type de critère exige une certaine quantité de calculs, qui se traduira par la sélection du nœud qui s'adapte bien pour certain critère. Critères calculs différents selon l'algorithme et il est recommandé de garder ces calculs aussi simples que possible afin de réduire la complexité de l'algorithme, qui à son tour aura une incidence sur le temps de latence, le temps de hop et délai de bout-en-bout [BDF07].

- La mobilité des nœuds et le réseau instable peut ne pas assurer la connectivité entre les nœuds du backbone.

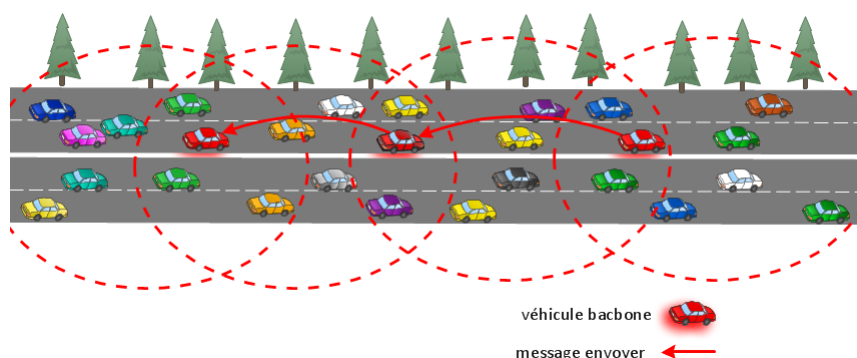


FIGURE 2.4: Backbone virtuelle dans un VANET

### 2.2.1.3 Les Critères de la sélection du prochain retransmetteur

1. **La hiérarchisation (clustering)** La technique d'hiérarchisation (en anglais clustering) d'un réseau véhiculaire ad hoc permet d'organiser les nœuds de réseau en groupes ou cluster. Dans le groupe de nœuds constitué, un nœud joue un rôle particulier, le clusterhead (CH) qui organise les communications au sein du cluster et sert de passerelle pour communiquer avec les autres groupes et les interconnecter. Dans ce critère, le clusterhead peut jouer le rôle du prochain retransmetteur tous les clusterheads sont connectés entre eux avec des liens à plus haut débit [VBK12]. Clusterhead gère le cluster. Comme illustre la figure Si le véhicule veut transmettre les données dans un même cluster alors il envoie directement au nœud de destination. Si le nœud de destination est dans un autre cluster alors le nœud source envoie le paquet de données au clusterhead et le clusterhead permet de retransmettre le paquet de données aux autres clusterheads des autres groupes [MOL07].

► La technique de clustering, peut poser des problèmes, si le nombre de nœuds dans un cluster est proportionnel à la taille du réseau

2. **La sélection** : Dans ce critère le nœud source sélectionne un nœud dans la direction de diffusion comme le prochain relai pour effectuer la retransmission de messages (comme la sélection de nœud qui possède le maximum nombre des voisins, le nœud le plus éloigné.. etc.).
3. **Contention** : La fenêtre de contention CW correspond au nombre maximum pour la sélection aléatoire. CW prend ses valeurs entre CWmin et CWmax. Le 802.11 affecte une valeur de CWmax égale à 1023 et à CWmin une valeur de 15 et ceci dans le cas du 802.11a et g. Seulement les nœuds dans la direction de propagation peuvent participer à la sélection de nœud de relais, les nœuds participants calculent la probabilité de réception, chaque nœud attendra un délai de contention qui est inversement proportionnelle à la probabilité de réception. Le nœud avec le délai de contention le plus court sera élu comme un relai et envoyer le message plus loin dans le réseau.

### 2.2.1.4 Les Critères selon la couche responsable

#### 1. La couche mac de la norme 802.11

Comme nous avons déjà vu l'un des problèmes posés dans les protocoles de diffusion dans le réseau VANET est la gestion des collisions. Dues à un transfert de données simultané entre deux véhicules sur le même support de transmission. Les protocoles de la couche MAC ont été développés essentiellement pour essayer d'éviter les collisions en aidant les véhicules à décider quand et comment ils peuvent accéder au support.

Pour cela pour diminuer les collisions et pour augmenter le débit et optimiser l'utilisation du canal. Un mécanisme du RTb/CTb/DATA/ACK a été introduit.

la station qui veut émettre écoute le canal et s'il est libre elle transmet un message appelé RTS contenant des informations concernant la taille de donnée et la vitesse NAV (RTS) de transmission, Le récepteur répond par un cts (signifiant que le canal est libre pour émettre et donc signalant la durée NAV (CTS)) après cette étape l'émetteur envoie le paquet de donnée, Dans la norme 802.11 il existe trois espaces inter-trame IFS (Inter Frame Spacing), qui sont déterminés par trois intervalles de temps entre l'émission de deux trames :

SIFS (Short Inter Frame Spacing) est le plus court espace inter-trames. Il sépare les transmissions d'un unique dialogue PIFS (Priority Inter Frame Spacing) est l'espace inter-trames utilisé par l'AP pour qu'il possède une priorité d'accès au canal.  $PIFS = SIFS + 1 \text{ Time slot}$ . DIFS (Distributed Inter Frame Spacing) est l'espace inter-trames utilisé par les stations pour accéder au support.  $DIFS = PIFS + 1 \text{ Time slot}$ . EIFS (Extended Inter Frame Spacing) est l'espace inter-trames le plus long utilisé si la station reçoit une trame erronée.

Lors de la transmission, les autres véhicules attendent une durée fixée leur indicateur NAV (Network Allocation Vector) et utiliseront cette information pour retarder toute transmission prévue. Dans le cas où le médium est occupé, la station reporte sa transmission jusqu'à ce que le médium redevienne libre. Une fois que le médium est redevenu libre, chaque station attend une durée fixe DIFS suivie d'une durée aléatoire appelée backoff time L'algorithme de Backoff utilise la notion de fenêtre de contention CW. Le CW correspond au nombre maximum pour la sélection aléatoire. [37]

### 2.2.2 Comparaison entre les protocoles de broadcast

Le tableau 2.1 présente une comparaison entre les protocoles que nous avons déjà présenté dans le précédent chapitre selon les critères de broadcast présenté

## 2.3 Proposition : L'adaptation de CW selon la densité locale pour le broadcast multi-saut

### 2.3.1 Introduction

#### 2.3.1.1 Problématique

Le protocole MAC de 802.11 est un protocole 'stop-wait', tel que l'émetteur envoie les données lorsque le canal est libre et attend la réception d'un ACK de destination. Si l'ACK est reçu, l'émetteur comprendra que la transmission a été faite sans collisions. Dans le cas contraire et à l'expiration d'un temporisateur, l'émetteur retransmet la trame victime de collisions. La procédure de Backoff doit être déclenchée pour chaque retransmission autorisée, Chaque nœud décrémente son temps de Backoff chaque

Broadcast												
les mécanismes				le prochain relai					selection de prochain relai			
balisage	handshaking	immédiat	le plus éloigné	le meilleur lien	probabilité	nœud de plus existant	clustering	sélection	conten-tion	mac	net	net
Trade [2000]			x					x			x	
MAc [2012]			x						x			x
Rear [2008]				x					x			x
MRMD [2010]						x		x				x
DV-Cast [2007]			x		x		X		x			x
OAPB [2005]					x				x			x
UMB [2004]	x		x					x		x		
SB [2006]	x		x					x		x		
RBLSM [2007]	x			x				x		x		
LW-RBMD [2012]		x	x						x		x	
MHVB [2007]		x	x						x		x	

TABLE 2.1: un tableau comparatif des protocoles de broadcast dans les VANETs

fois que le canal est libre. Ce temps est maintenu quand le canal radio devient occupé. Quand il atteint zéro, le nœud est autorisé à transmettre. Pour réduire la probabilité de collision, suite à chaque tentative de transmission échouée, la fenêtre de contention CW est doublée dans la limite de la valeur maximale CWmax. Quand la tentative est réussie, la valeur de la fenêtre est réduite à CWmin. La table 2.2 représente les réglages des paramètres par défaut pour les différentes files d'attente dans 802.11p sont trouvées avec le paramètre CW.

	FILE 1	FILE 2	FILE 3	FILE 4
Priorité	plus ahute	-	-	faible
AIFS	58	58	71	123
CW min	3	7	15	15
CW max	1023	1023	1023	1023

**TABLE 2.2:** des paramètre par défaut de CW dans 802.11[35]

Dans une situation de diffusion, les nœuds récepteur ne seront pas envoyer ACKS .Par conséquent, un expéditeur ne comprendra jamais si quelqu'un a reçu correctement le paquet transmis ou non. Pour cela la taille de la fenêtre CW, ne peut changer, parce qu'il n'y a pas de reprise au niveau MAC pour les trames de diffusion. Puisqu'il n'y a aucune détection de transmissions de diffusion échouées, la taille du CW échoue à changer le trafic de diffusion comme il le fait pour le trafic unicast. Les nœuds transmettront toujours avec CWmin pour la fenêtre de backoff, ce qui augmente le nombre des collisions.

### 2.3.1.2 Notre approche

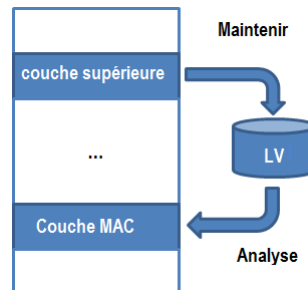
Une diffusion est dite fiable (reliable) lorsqu'elle permet de transmettre l'information à l'ensemble des nœuds joignables. D'un point de vue local, chaque nœud doit alors garantir que l'ensemble de son voisinage est contacté par le message de diffusion. Pour cela le but de notre approche est de réduire le nombre de collision et le temps de livraison , notre approche consiste à rendre la valeur du CWmin adaptative a la densité locale, au lieu d'utiliser une valeur fixe quel que soit la densité des véhicules. Le protocole proposé est nommé « DBA-MB, Density based CW Aadaptation for Multi-hop Broadcast in VANET ».

## 2.3.2 Le protocole DBA-MB

### L'idée principale :

Le DBA-MB est un protocole de broadcast multi-saut cross layer où son idée principale est d'adapter la taille de CW selon le nombre de véhicule participant dans la retransmission, pour cela tous les véhicules utilisant le mécanisme des messages beacon pour maintenir la liste de ses voisins (LN, Lists of Neighbors). En analysant cette liste,

chaque véhicule calcule le nombre des véhicules en avant et en arrière dans sa portée, qui sera les valeurs du CWF (CW Front) et CWB (CW Back) pour les types de broadcast muti-saut respectivement, le Forward (en avant) et le Backward (en arrière), comme présentée dans la Figure2.5 .



**FIGURE 2.5:** La conception de cross layer entre la couche MAC et la couche supérieure

Selon cette information doit choisir la valeur initiale de CW puis dans le cas d'accident un signal sera envoyé par le véhicule accidenté afin d'alerter les autres véhicules qui arrivent dans le même sens par derrière. Le choix du prochain retransmetteur est selon la valeur de la fenêtre CW et que seulement les véhicules qui arrivent dans le même sens par derrière peuvent participer à la retransmission .

**Fonctionnement du protocole DBA-MB (pseudo code) :**

---

**Procédure 1: protocole DB-CWA (pseudo code)**

---

```
1 Début
2   Si time.out == false Alors
3     sendHelloMsg(); ;
4     Si time.out == false Alors
5       rcvHelloMsg(Packet ) ;
6       Comparer( position sender , position recv nœud) ;
7       Case 1 :position sender > position recv nœud ;
8       Mettre à jour voisin_ avant ;
9       Case 2 :position sender < position recv nœud ;
10      Mettre à jour voisin_ arrière;
11     Sinon
12       /*ne faire rien
13     Finsi
14   Sinon
15     Mettre à jour la valeur de CW F /CWB de chaque véhicule de la
16     couche mac ;
17   Finsi
18   /* En cas d'urgence le véhicule accidenté envoi un msg d'urgence ;
19   sendEM-MAC(paquet) ;
20   /* et tous les véhicule voisins recevoir le msg d'urgence ;
21   rcv-EM-MAC(paquet) ;
21 Fin
```

---

- la fonction **SendEM-MAC()** : cette fonction assure l'envoi des messages d'urgences pour tous les véhicules situent derrière le véhicule accidenté , Cette fonction assurer que toute les voisins a 1 saut recevant le paquet . Algorithme RSU :

### 2.3.3 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présentée une vue globale sur les mécanismes de broadcast dans les VANETs, nous avons aussi présenté les protocoles de broadcast dans les VANETs. Les algorithmes de broadcast visent à utiliser efficacement la bande passante en diminuant le nombre de rediffusions, le tableau 2.1 représente un comparatif des protocoles de broadcast dans les VANETs. Les protocoles de broadcast possèdent trois méthodes pour initier la communication, soit par :

- ◆ de détection le voisinage à travers l'échange des messages de balises entre les nœuds.

- ◆ le mécanisme de Handshaking .

- ◆ la diffusion immédiate.

Nous avons aussi dans ce chapitre proposé un protocole basé sur le mécanisme de détection le voisinage basé sur l'envoi des messages beacon.

# Chapitre 3

## Simulation et Analyse

### 3.1 Introduction

Pour résoudre les problèmes de routage liés aux VANET on fait l'appel à des protocoles, ces protocoles doivent être évalués afin de mesurer les performances de la stratégie utilisée et de tester sa fiabilité, L'utilisation d'un réseau VANET réel dans une évaluation est difficile et coûteuse et leurs résultats prennent beaucoup de temps, en outre de telles évaluations ne donnent pas généralement des résultats significatifs. Le réseau réel n'offre pas la souplesse de varier les différents paramètres de l'environnement et pose en plus le problème d'extraction de résultats ; c'est pour cela la majorité des travaux d'évaluation de performances utilisent le principe de simulation vu les avantages qu'il offre, comme illustre la figure 3.1. La simulation produit des scénarios de simulations presque similaires à la réalité et permet de comprendre le comportement d'un système avec moins d'efforts.

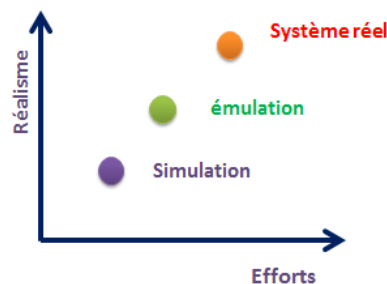


FIGURE 3.1: l'effort et réalisme

Ce chapitre est composé, principalement de deux parties, Les expérimentations de simulation où nous allons parler des techniques à comparer et nous nous définirons les métriques de performance, nous présentons aussi les scénarios de simulation, et une présentation globale sur le simulateur et le modèle de mobilité utilisé dans notre travail. Nous terminons cette partie avec une description des paramètres de simulation.

Ensuite, nous présentons Les résultats de simulation (Analyse, Discussion), finalement une conclusion.

## 3.2 Les expérimentations de simulation

Dans cette partie, nous allons étudier l'influence de la valeur du CW sur la performance des protocoles de dissémination multi-saut, selon des métriques de performances. Dans cette étude, nous allons examiner l'impact de : la densité et la mobilité des véhicules sur les métriques choisies, et pour cela nous avons utilisé des scénarios adéquats.

### 3.2.1 Les techniques à comparer

Les deux techniques à comparer utilisent des différents mécanismes de choix de la taille CW, nous les appelons comme suite :

⊗ **CW fixe** : c'est ce qui est utilisé dans le standard IEEE 802.11p, pour les messages de sécurité la valeur choisi est  $CW = 3$ .

⊗ **CW Adaptatif** représentant notre approche, le CW varie selon la densité locale du réseau, plus précisément le nombre des véhicules écoutés et situés dans le sens de Broadcast.

### 3.2.2 Les métriques de performance

Pour faire une comparaison entre les deux techniques, nous devons d'abord présenter les métriques de performance, qui peuvent décrire les résultats de simulation. Les métriques que nous allons utiliser dans cette comparaison sont :

métrique de performance	Définition mathématique	description
Collision (nombre totale des paquets perdus)	$\sum$ des paquets perdu	une collision peut survenir si deux paquets de données sont envoyés simultanément et se brouillent
Delivery ratio, Taux de Succès	Nb des véhicules recevoir les paquets avec succès /Nb. des véhicules dans le réseau	Mesurer la proportion des véhicules qui reçoivent le paquet diffusé avec succès
Temps de livraison (propagation)	Le temps du dernier paquet reçu sans redondance -Le temps d'envoi du premier paquet	Ce temps est la différence entre le temps du premier envoi du messages et le temps de sa dernière réception

**TABLE 3.1:** les métriques de performance utilisée

### 3.2.3 Les scénarios de simulation

Dans notre étude, nous avons étudié l'impact des paramètres du réseau comme : la densité qui représente le nombre des véhicules sur une longueur de route (Dans notre simulation nous avons utilisé une route de 1000 mètres ), et la mobilité des véhicules qui décrit la différence entre la vitesse minimum et maximum des véhicules plus la différence augmente plus la mobilité augmente aussi. La collision est un critère très important dans l'étude de performance, et la variation des paramètres du réseau génère trois types de collision qui sont présenté comme suite :

- **Les Collisions directes** : où les nœuds sont dans la portée de transmission les uns des autres.

- **Les Collisions cachées** : causé par les nœuds cachés aux autres.

- **Les Collisions émergentes** : se produit à cause de la mobilité des véhicules, où il rentre dans la portée de transmission des autres au moment de la transmission.

Pour cela nous avons généré trois scénarios adéquats, tout en modifiant les paramètres du réseau situé dessus, les scénarios sont présentés dans le tableau suivant :

noeud	Densité				Disposition 1km	Mobilité			
	20	50	100	200		10-20	30-40	60-80	100-120
Le Premier Scénario	X	X	X	X	X	X			
Le deuxième scénario	X				X	X	X	X	X

**TABLE 3.2:** tables de scénario

### 3.2.4 L'environnement de simulation

La simulation dans les VANET est assurée par deux éléments : le générateur de mobilité et le simulateur réseau. Le premier se concentre sur la mobilité des véhicules, il génère un fichier de mobilité décrivant le mouvement des véhicules. Ce fichier sera utilisé par le simulateur réseau, le deuxième met en œuvre les protocoles de VANET et produit un fichier de trace des événements du réseau.



**FIGURE 3.2:** l'architecture de simulation dans Vanets

Pour évaluer les performances de notre protocole, nous avons utilisé deux modes de simulation : ▷ simulation de réseau.

▷simulation mobilité.

### 3.2.4.1 Le simulateur des réseaux

Les chercheurs utilisent la simulation de réseau afin d'étudier le comportement du réseau dans différentes conditions. Le tableau 3.2.4.1 suivant présente une comparaison entre les différentes simulations de réseau .seulement NS-2 prend en charge IEEE 802.11p et la sortie vanetmobisim. Par conséquent, nous avons utilisé cette simulation comme simulateur de réseau pour collecter des données primaires.

	NS-2	SWANS	GLOMISIM	Opnet
probabilité	oui	oui	oui	oui
open source	oui	oui	oui	oui
développement continu	oui	oui	oui	non
facilité d'utilisation	difficile	difficile	difficile	facile
support IEEE 802.11p	oui- version 2.34	non	non	non
support vanetmobisim	oui	oui	oui	non

**TABLE 3.3:** comparaison entre les simulations du réseau

#### ►Le simulateur NS-2

Network simulator 2 (NS-2) a été originellement développé en tant que variante du « REAL Network simulator » en 1989, et a considérablement évolué au cours des années .en 1995, NS-2 était développé par le projet VINT <sup>1</sup> [IH11]. NS-2 est un simulateur à évènements discrets destiné à la recherche. Il fournit un environnement assez détaillée permettant entre autre de réalisé des simulations d'IP, TCP, UDP du routage des protocoles multicast aussi bien sur des liens filaires que sans fil. Il permet de modéliser aussi très bien la couche physique du modèle OSI avec différents systèmes de transmission. NS2 ne possède nativement aucune interface graphique. Ainsi, toutes les simulations sont réalisées en ligne de commande. Par ailleurs, grâce à l'extension ".nam" (Network Animator), on peut visualiser les résultats d'une simulation une fois achevée. Le simulateur NS2 est "open source", il est entièrement développé en C++ et son utilisation requiert une bonne connaissance de TCL (Tool Command Language).

### 3.2.4.2 Le simulateur de mobilité

Nous avons utilisé le générateur IMPORTANT comme outils pour générer nos scénarios réseau.

1. Le projet VINT permet de construire un simulateur multi-protocoles pour faciliter l'étude de l'interaction entre les protocoles et le comportement d'un réseau à différentes échelles

► Le générateur de mobilité « IMPORTANT » Le modèle de mobilité est un facteur très important dans la détermination de la performance du protocole de communication dans les réseaux mobiles, Dans les VANET, les nœuds mobiles (les véhicules) ne se déplacent pas d'une façon aléatoire, mais, en suivant des routes unidimensionnelles, Pour cela, un modèle alternatif pour les VANET est nécessaire afin que les simulations dans ce type de réseau soient réalistes. Une équipe de recherche de l'université USC (Université of Southern California) a proposé un générateur de mobilité pour les VANET appelé IMPORTANT [61]. Ce générateur est capable de générer beaucoup de modèles pour les VANET comme les modèles Freeway (les routes droites Figure 3.3) et Manhattan (les routes croisées Figure 3.4).

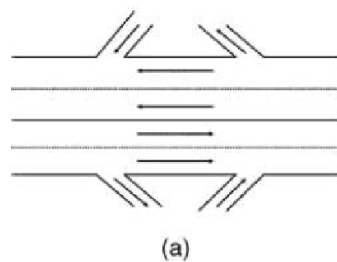


FIGURE 3.3: modèles Freeway

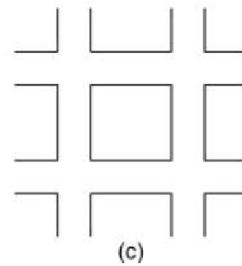


FIGURE 3.4: Le modèle Manhattan

### 3.2.5 Les paramètres de simulation

Nous avons considéré une autoroute de 1km, Chaque véhicule est supposé équipé d'une carte 802.11, avec une portée de 300 m. La durée de simulation de chaque scénario est 70s, l'envoi des messages Hello sera a chaque seconde et un seul message de danger est envoyé, et nous prenons le premier véhicule dans la route comme le véhicule accidenté pour assurer une bonne comparaison entre les deux techniques, les paramètres de simulation sont présentés dans le tableau 3.2.5) .

Largeur du canal	10MHz
cw	15
slot TDMA	1ms
Slot physique	13 ns
SIFS	32 ns
Débit	6 Mbps
Taille du Message Hello (MH)	300
Fréquence d'envoi du MH	2 Hz
Taille du Message de danger	1000

► Caractéristiques de la machine : La machine utilisée dans la simulation du réseau est caractérisée par les paramètres illustrés dans le tableau 3.4

champ	valeur
Processeur	Pentium(R) dual-core CPU
RAM	2Go
Disque dur	570 Go
Système d'exploitation	Fedora Core (2.6.11-1.1369-FC4)

TABLE 3.4: les Caractéristiques de la machine

### 3.3 Résultats de la simulation

Dans cette partie, nous présentons les résultats de comparaison entre les deux techniques d'accès au canal, celle utilisé dans le standard IEEE 802.11p où  $CW=3$  et notre approche appelé « CW-Adaptative », la comparaison est fait selon deux scénario.

#### 3.3.1 Scenarion N 1 :

Nous allons étudier dans ce scenarion l'impact de la variation du nombre de nœuds sur le nombre de collisions, le temps de livraison et le PDR durant l'envoi d'un message d'urgence.

##### 3.3.1.1 Le nombre de collisions :

La figure 3.5 représente les résultats de la simulation sous forme d'histogramme, qui représente la comparaison entre les deux techniques, selon le nombre de collision durant l'envoi d'un message d'urgence en fonction de la variation de densité du réseau.

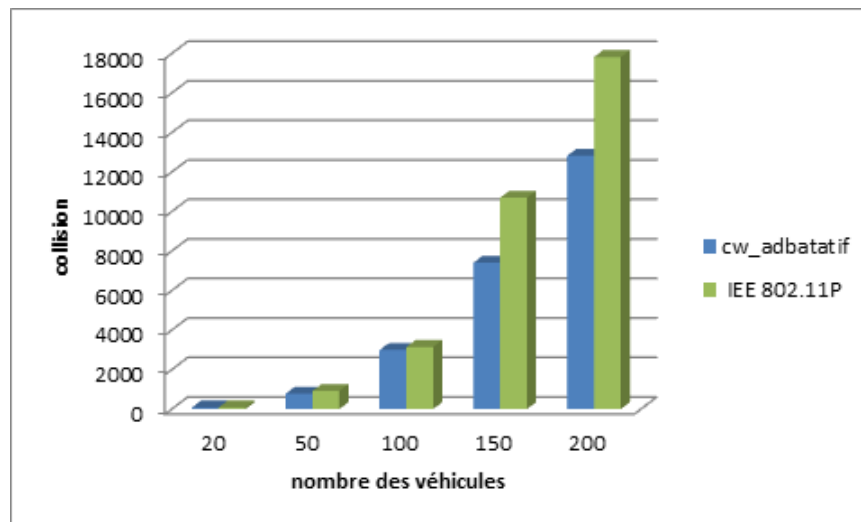


FIGURE 3.5: le nombre de collision en fonction de la densité du réseau

Les résultats montrent que le nombre des paquets perdus toujours augmente en fonction du nombre des nœuds avec les deux techniques. Nous avons remarqué que l'approche proposé permet de diminué le nombre de collision par rapport à IEEE 802.11p, Ceci est dû au fait que lorsque la taille de CW est augmenté, la probabilité de collision sera diminué.

### 3.3.1.2 Le temps de livraison :

La figure 3.6 montre bien la supériorité du la technique CW-Adaptatif par rapport au standard 802.11p et sa résistance contre l'augmentation de la densité des véhicules, nous voyons même qu'avec le CW-Adaptatif le temps de livraison diminue avec l'augmentation de la densité, contrairement au du standard où le temps augmente a chaque fois. Cela est due a cause des collisions qui influencent sur le temps de délivrance, l'augmentation des collisions va retarder la propagation des messages.

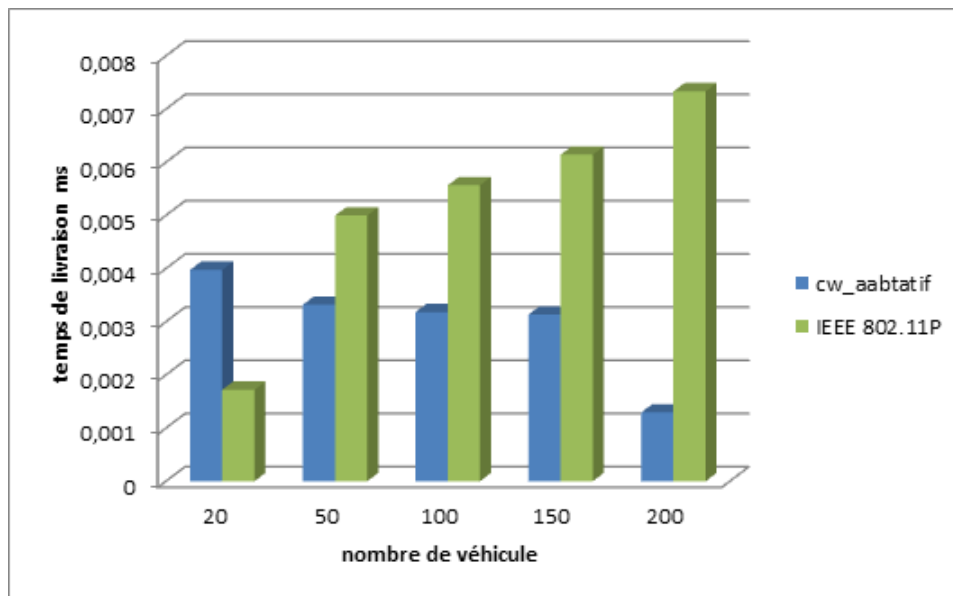


FIGURE 3.6: temps de livraison en fonction de la densité du réseau du réseau

### 3.3.1.3 Le PDR :

D'après la figure 3.7 le PDR est toujours est égale à 1 pour les deux technique malgré l'augmentation de la densité qui génère beaucoup de collisions de plus en plus, mais l'inondation et la redondance des messages minimise le risque de perte .

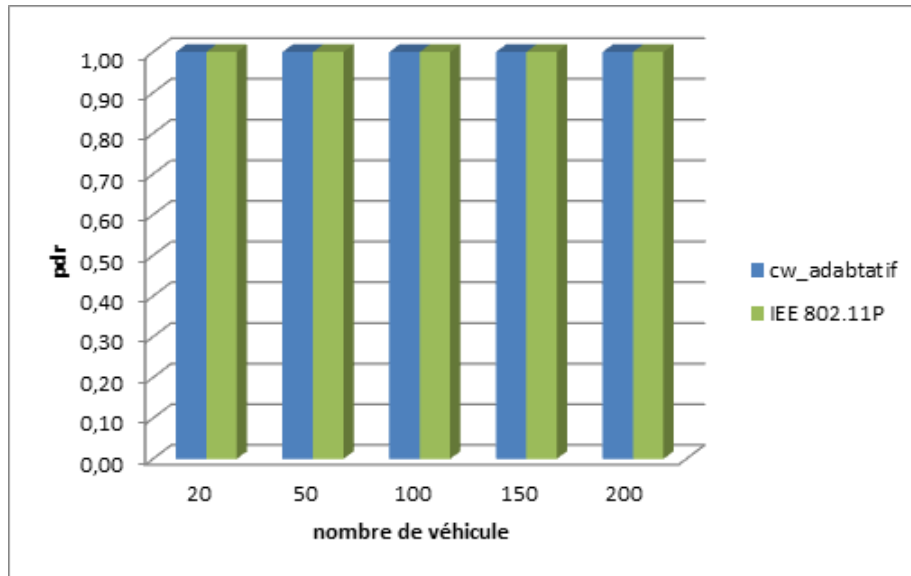


FIGURE 3.7: PDR en fonction de la densité du réseau du réseau

### 3.3.2 Scenario N 2 :

Nous allons étudier dans ce scénario l'impact de la variation de la vitesse sur le nombre des collisions, le temps de livraison et le PDR pour l'envoi d'un message d'urgence.

#### 3.3.2.1 Le nombre de collisions :

D'après la figure 3.8 le nombre de collision diminue pour les deux technique d'accès jusqu'à l'intervalle de vitesse [70-80], mais avec l'intervalle de vitesse de [100-120], nous remarquons l'augmentation des collisions avec le standard 802.11p et leur diminution avec le CW-Adaptative, et nous pouvons dire que la technique proposé peut résister contre l'augmentation de la vitesse. Dans le réseau de grande vitesse les véhicules se déplacent et rentrent dans leur portée rapidement et sur ce qui augmente le risque de collision et comme dans le scénario 1, nous avons vu la performance de l'approche proposé quand le risque de collisions augmente.

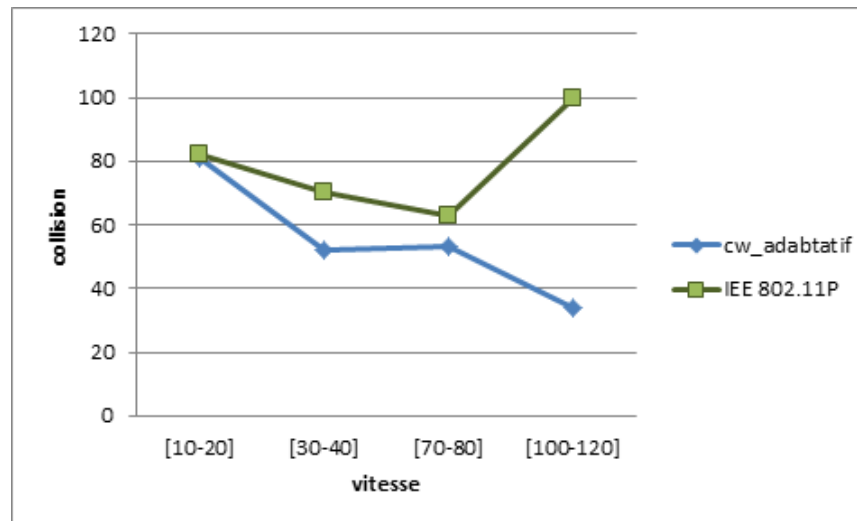


FIGURE 3.8: nombre de collision en fonction de la vitesse

### 3.3.2.2 Le temps de livraison :

D'après la figure 3.8 le nombre de collision se diminue pour les deux technique d'accès jusqu'à l'intervalle de vitesse [70-80], mais avec l'intervalle de vitesse de [100-120], nous remarquons l'augmentation des collisions avec le standard 802.11p et leur diminution avec le CW-Adaptative, et nous pouvons dire que la technique proposé peut résister contre l'augmentation de la vitesse. Dans le réseau de grande vitesse les véhicules se déplacent et rentre dans leur portée rapidement et sur ce qui augmente le risque de collision et comme dans le scénario 1, nous avons vu la performance de l'approche proposé quand le risque de collisions augmente.

D'après la figure 3.9 le temps de livraison varié selon la mobilité du réseau, dans le cas où le réseau est de faible mobilité dans l'intervalle [10-20] et [30-40], nous remarquons que le temps de livraison est en augmentation avec la supériorité de la proche proposé. Dans le réseau de moyen mobilité [70-80] nous remarquons que avec la technique du standard le temps reste en augmentation mais avec l'approche proposé le temps se diminue. Dans le réseau de forte mobilité [100-120], les deux approche se comportent de la même façon et donne le même temps de livraison.

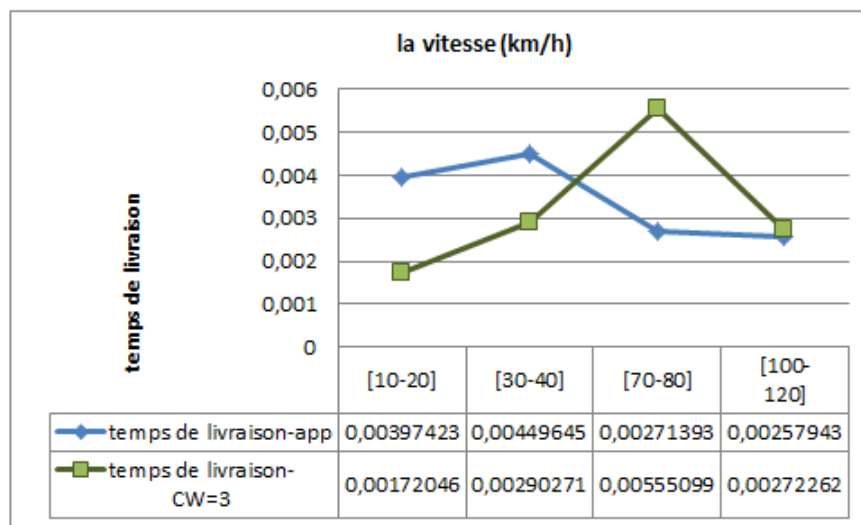


FIGURE 3.9: le temps de livraison en fonction de la vitesse

### 3.3.2.3 Le PDR :

D'après la figure 3.10 nous remarquons qu'avec l'approche proposé le PDR est toujours égale à un et avec le standard 802.11p le PDF a la même valeur mais il comprend une diminution avec l'intervalle de vitesse moyenne [70-80] .

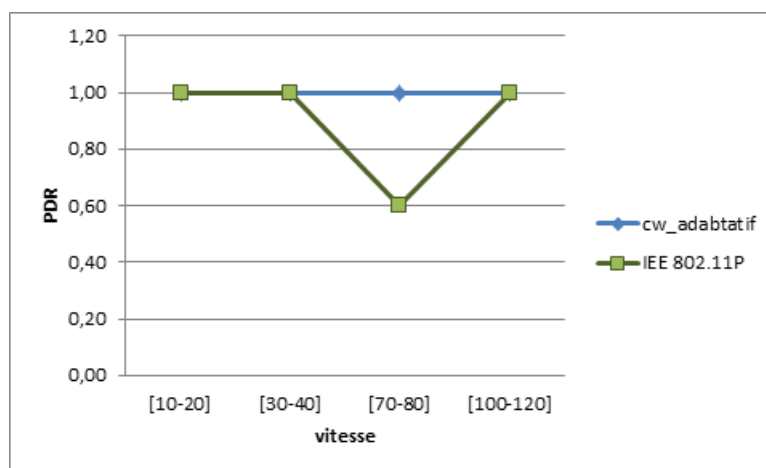


FIGURE 3.10: nombre de collision en fonction de la vitesse

# Conclusion et perspectives

Dans ce mémoire nous avons proposé un protocole de broadcast multi-saut pour basé sur l'adaptation du CW, où chaque véhicule prend une valeur de CW selon le nombre des véhicules avant ou arrière .Ce valeur variant selon la densité locale ,et nous avons étudié les performances de cette approche pour les application de sécurité qui utilisant la technique broadcast multi-saut ces résultats ont été bénéfiques lors de la réalisation d'une étude sur ce protocole pour voir son comportement dans les application de sécurité dans les VANETs.Comme perspectives de ce travail, nous pensons à améliorer la technique standard de l'utilisation de la valeur de CW pour la technique de broadcast multi-saut .

L'étude comparative que nous avons menée, montre que notre protocole est plus performant. Par rapport à la technique standard. Le protocole DBA-MB permet de minimisé le nombre de collision et aussi de minimisé le temps de livraison ces deux métrique de performance se sont les plus importants dans notre étude. Comme perspectives de ce travail, nous pensons à améliorer notre protocole pour réduire le nombre de retransmetteur ,et minimisé le nombre totale des paquet généré .

# Bibliographie

- [AAF<sup>+</sup>14] Shereen AM Ahmed, Sharifah HS Ariffin, Norsheila Fisal, SK Syed-Yusof, and NMA Latif. Survey on broadcasting in vanets. 2014.
- [AH05] Hamada ALshaer and Eric Horlait. An optimized adaptive broadcast scheme for inter-vehicle communication. In *Vehicular Technology Conference, 2005. VTC 2005-Spring. 2005 IEEE 61st*, volume 5, pages 2840–2844. IEEE, 2005.
- [ASADABZ14] Saif Al-Sultan, Moath M Al-Doori, Ali H Al-Bayatti, and Hussien Zedan. A comprehensive survey on vehicular ad hoc network. *Journal of network and computer applications*, 37 :380–392, 2014.
- [auc13] aucxis. <http://www.identit.fr/parlons-technique/parlons-technique/rfid>, 2013.
- [BDF07] Luciano Bononi and Marco Di Felice. A cross layered mac and clustering scheme for efficient broadcast in vanets. In *Mobile Adhoc and Sensor Systems, 2007. MASS 2007. IEEE International Conference on*, pages 1–8. IEEE, 2007.
- [BMT<sup>+</sup>98] Rajive Bagrodia, Richard Meyer, Mineo Takai, Yu-an Chen, Xiang Zeng, Jay Martin, and Ha Yoon Song. Parsec : A parallel simulation environment for complex systems. *Computer*, 31(10) :77–85, 1998.
- [BTD<sup>+</sup>14] Junling Bu, Guozhen Tan, Nan Ding, Mingjian Liu, and Caixia Son. Implementation and evaluation of wave 1609.4/802.11 p in ns-3. In *Proceedings of the 2014 Workshop on ns-3*, page 1. ACM, 2014.
- [BZVR11] Marthinus J Booyesen, Sherali Zeadally, and G-J Van Rooyen. Survey of media access control protocols for vehicular ad hoc networks. *IET communications*, 5(11) :1619–1631, 2011.
- [FZZ06] Elena Fasolo, Andrea Zanella, and Michele Zorzi. An effective broadcast scheme for alert message propagation in vehicular ad hoc networks. In *Communications, 2006. ICC'06. IEEE International Conference on*, volume 9, pages 3960–3965. IEEE, 2006.
- [GG12] Fábio Gameiro and João Gomes. Implementation of a network of mobile sensors for air quality monitoring. In *Proceedings of the 1st ACM*

- workshop on High performance mobile opportunistic systems*, pages 15–22. ACM, 2012.
- [GK14] Mallika Gandhi and Muhammad Asad Khan. Performance analysis of metrics of broadcasting protocols in vanet. In *Computational Intelligence on Power, Energy and Controls with their impact on Humanity (CIPECH), 2014 Innovative Applications of*, pages 315–321. IEEE, 2014.
- [IH11] Teerawat Issariyakul and Ekram Hossain. *Introduction to network simulator NS2*. Springer Science & Business Media, 2011.
- [JGC08] Hao Jiang, Hao Guo, and Lijia Chen. Reliable and efficient alarm message routing in vanet. In *Distributed Computing Systems Workshops, 2008. ICDCS'08. 28th International Conference on*, pages 186–191. IEEE, 2008.
- [JK08] Jakub Jakubiak and Yevgeni Koucheryavy. State of the art and research challenges for vanets. In *Consumer Communications and Networking Conference, 2008. CCNC 2008. 5th IEEE*, pages 912–916. IEEE, 2008.
- [KEÖÖ04] Gökhan Korkmaz, Eylem Ekici, Füsün Özgüner, and Ümit Özgüner. Urban multi-hop broadcast protocol for inter-vehicle communication systems. In *Proceedings of the 1st ACM international workshop on Vehicular ad hoc networks*, pages 76–85. ACM, 2004.
- [LW07] Fan Li and Yu Wang. Routing in vehicular ad hoc networks : A survey. *Vehicular Technology Magazine, IEEE*, 2(2) :12–22, 2007.
- [MOL07] MN Mariyasagayam, T Osafune, and M Lenardi. Enhanced multi-hop vehicular broadcast (mhvb) for active safety applications. In *Telecommunications, 2007. ITST'07. 7th International Conference on ITS*, pages 1–6. IEEE, 2007.
- [MV14] Narendra Mohan Mittal and PC Vashist. A detail survey on applications of vehicular ad hoc networks (vanets). 2014.
- [PA12] Y Peksen and tankut Acarman. Relay of multi-hop safety message based on beaconing in vanet. In *Vehicular Electronics and Safety (ICVES), 2012 IEEE International Conference on*, pages 432–436. IEEE, 2012.
- [SB09] Katrin Sjöberg Bilstrup. Predictable and scalable medium access control for vehicular ad hoc networks. 2009.
- [SFL<sup>+</sup>00] Min-Te Sun, Wu-Chi Feng, Ten-Hwang Lai, Kentaro Yamada, Hiromi Okada, and Kikuo Fujimura. Gps-based message broadcast for adaptive inter-vehicle communications. In *Vehicular Technology Conference, 2000. IEEE-VTS Fall VTC 2000. 52nd*, volume 6, pages 2685–2692. IEEE, 2000.

- [Sim13] Milan N Simic. Vehicular ad hoc networks. In *Telecommunication in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS), 2013 11th International Conference on*, volume 2, pages 613–618. IEEE, 2013.
- [Sjö11] K Sjöberg. Standardization of wireless vehicular communications within iee and etsi. In *IEEE VTS Workshop on Wireless Vehicular Communications*, 2011.
- [SL12] Yoonyoung Sung and Meejeong Lee. Light-weight reliable broadcast message delivery for vehicular ad-hoc networks. In *Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2012 IEEE 75th*, pages 1–6. IEEE, 2012.
- [STFL10] Alvin Sebastian, Maolin Tang, Yanming Feng, and Mark Looi. A multi-cast routing scheme for efficient safety message dissemination in vanet. In *Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2010 IEEE*, pages 1–6. IEEE, 2010.
- [TH07] Mostafa MI Taha and Yassin MY Hasan. Vanet-dsrc protocol for reliable broadcasting of life safety messages. In *Signal Processing and Information Technology, 2007 IEEE International Symposium on*, pages 104–109. IEEE, 2007.
- [VBK12] Samo Vodopivec, Janez Bester, and Andrej Kos. A survey on clustering algorithms for vehicular ad-hoc networks. In *Telecommunications and Signal Processing (TSP), 2012 35th International Conference on*, pages 52–56. IEEE, 2012.
- [ZHC<sup>+</sup>12] Sherali Zeadally, Ray Hunt, Yuh-Shyan Chen, Angela Irwin, and Aamir Hassan. Vehicular ad hoc networks (vanets) : status, results, and challenges. *Telecommunication Systems*, 50(4) :217–241, 2012.