

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université de Béjaïa

Tasdawit n'Bgayet

UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA DE BÉJAIA

FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES

DÉPARTEMENT DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER en Recherche Opérationnelle

Option : Modélisation Mathématique et Évaluation des Performances des Réseaux

THÈME

Étude et proposition d'un nouveau protocole de
dissémination de données dans les VANETs

Présenté par :

M^{elle} **Ferhi kahina**

M^{elle} **Adel chahra**

Devant le jury composé de :

Président : D^r **Rebbouh Nadjet**

Promotrice : M^{me} **Ouyahia Samira**

Examinatrice : M^{lle} **Zidani Feroudja**

Promotion 2016 — 2017



Remerciements

Louange A Dieu, le miséricordieux, sans Lui rien de tout cela n'aurait pu être.

Nous tenons tout d'abord à remercier Melle Nadjet rebouh et Mme Samira yessaad , pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de nous encadrer. Ces conseils précieux ont permis une bonne orientation dans la réalisation de ce modeste travail.

Nous tenons également à remercier les membres du jury et pour l'honneur qu'il nous ont fait en acceptant de juger ce travail, et d'avoir consacré leurs temps pour sa lecture.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à l'ensemble du corps enseignant qui a contribué à notre formation.

Enfin nous tenons à rendre hommage à toutes nos famille et nos amis pour le soutien qu'ils nous ont apportés durant toutes ces années d'études.

✧ *Dédicaces* ✧

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents dont les conseils et sacrifices m'ont permis la poursuite de mes études et qui m'ont élevé, formé encouragé et soutenu durant toute ma vie, j'espère avoir été à la hauteur de tous qu'ils m'ont apporté

A mes frères et soeurs qui me sont très chers.

A mon très cher mari Karim, qui est mon modèle de courage et de sacrifices et qui m'apporte chaque seconde un soutien indéniable.

A mon petit fils Axel.

A toute ma famille et ma belle famille du plus grand au plus petit.

A ma binome Kahina.

A mes amis.

M^{lle} ADEL Chahra

** Dédicaces **

Je dédie ce modeste travail :

*A mes très chers parents dont les conseils et sacrifices m'ont permit la
poursuite de mes études et qui mon élevé, formé, encouragé et soutenu
durant toute ma vie, j'espère avoir été a la hauteur de tous qu'ils m'ont
apporté*

A mon frère et ma soeur et mes freres.

A ma binome Chahra.

A mes chers amis.

A toute ma famille du plus grand au plus petit.

A mon fiancé seddik.

M^{lle} FERHI Kahina

1	LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES : APPLICATIONS, MODES DE COMMUNICATION ET ENVIRONNEMENTS DE DÉPLOIEMENT	10
1.1	Introduction	10
1.2	Définition des systèmes de transport intelligents (STI)	10
1.3	Contexte et services des STIs	11
1.4	Domaines d’applications et utilisation des STIs	12
1.4.1	Alléger la congestion routière	12
1.4.2	Améliorer la sûreté et la sécurité dans les STIs	12
1.5	Fonctionnement des systèmes de transport intelligents	13
1.6	Définition des réseaux VANETS(Vehicular Ad hoc NETwork)	14
1.7	Caractéristiques des VANETS	14
1.7.1	Forte mobilité et topologie du réseau	14
1.7.2	Capacité de traitement, d’énergie et de communication	15
1.7.3	L’environnement de déplacement et modèle de mobilité	15
1.7.4	Collecte d’informations	15
1.7.5	Broadcast Storm (tempête de diffusion)	15
1.8	Les services offerts par les réseaux VANETS	16
1.8.1	Services liées aux STIs et à la gestion de trafic routier	16
1.8.2	Les services liés à la sécurité routière	16
1.8.3	Services liés au confort	18
1.9	Les architectures de communication	19
1.9.1	Communication de véhicule à véhicule (V2V)	19
1.9.2	Communication de véhicule à Infrastructures(V2I)	20
1.9.3	Communication Hybride	21
1.10	Les technologies utilisées dans la communication véhiculaire	22
1.10.1	Les techniques de communications radio	22

1.10.2	Les techniques de communications sans fil	23
1.10.3	Les Systèmes cellulaires	23
1.11	Les contraintes liées aux VANETs	24
1.11.1	Canal radio partagé et limité	24
1.11.2	Tolérance aux pannes	25
1.12	Les problématiques dans les VANETs	25
1.12.1	Partage des ressources du canal	25
1.12.2	Établissement de relations de confiance	25
1.12.3	Incitation à la coopération	26
1.12.4	Passage à l'échelle	26
1.13	Conclusion	26
2	État de l'art sur les protocoles de dissémination	27
2.1	Introduction	27
2.2	dissémination de donnée	27
2.2.1	Broadcast	28
2.2.2	Dissémination Géographique	34
2.2.3	Déssimination Orientée ressources du canal	34
2.2.4	Déssimination Orientée priorité des messages	35
2.2.5	Déssimination troc	35
2.2.6	Déssimination credits virtual	35
2.3	Métriques de décision et de performance des protocoles de dissémination	36
2.3.1	Métriques de décision de dissémination	36
2.3.2	Métrique de performance des protocoles de déssiminations	37
2.4	Conclusion	39
3	Nouvel Protocole de dissémination de données	40
3.1	Introduction	40
3.2	Principe de ce nouvel protocole de dissémination	40
3.3	Message Échangés	41
3.3.1	Types de message	41
3.3.2	Traitement des contenus (des messages)	41
3.4	Modélisation du trafic routier	42
3.4.1	Approche microscopique	42
3.4.2	Approche macroscopique	43
3.4.3	Approche mésoscopique et approche "automates cellulaires –ACe"	44
3.5	Position du problème	45
3.6	Approche de transmission de données	46
3.6.1	Transmission de données basée sur le critère temporel	46
3.6.2	Transmission de données basée sur le type de données	47

3.7	Notre stratégie de dissémination adaptée aux données classifiées	48
3.8	La détermination de la trajectoire	48
3.9	Récolte et classification des données	48
3.10	Disséminations des données	51
3.11	Élection des véhicules relayeurs et l'envoi de messages	52
3.11.1	Route a un sens unique	52
3.11.2	Route a double sens	56
3.11.3	Une intersection	58
3.12	Comparaison entres les différents protocoles et notre proposition	61

TABLE DES FIGURES

1.1	Exemple des STIs	11
1.2	Les éléments constituant le véhicule intelligent	14
1.3	Architecture de communication V2V	19
1.4	Architecture de communication V2I	20
1.5	Architecture de communication Hybride	21
2.1	Critères de classification de bas niveau	31
2.2	Critères de classification de haut niveau	34
3.1	Les notations microscopiques.	43
3.2	Illustration de la variable macroscopique le débit.	44
3.3	Illustration de la variable macroscopique « la densité ».	44
3.4	Diagramme de flux pour la dissémination d'une information.	52
3.5	modélisation d'une route a sens unique.	53
3.6	Processus de réception et de retransmission	55
3.7	Modélisation de la fil d'attente dans le cas classe $\neq 1$	56
3.8	Modélisation de la fil d'attente dans le cas classe = 1	56
3.9	Un modèle de partition de la route en des clusters	57
3.10	Modélisation par chaîne de Markov de circulation dans une route a doux sens	57
3.11	Présentation et description de notre approche dans une intersection	58

LISTE DES TABLEAUX

3.1	Les informations diffusée dans une intersection	49
3.2	Les informations diffusée dans un sens unique ou un double sens	50
3.3	Les informations diffusée dans un sens unique ou un double sens	61

LISTE DES ABRÉVIATIONS

<i>AC_e</i>	Automates Cellulaires
<i>ALI</i>	AutofahrerLeitund Information System
<i>AMT</i>	Ad hoc Multi–Hop Broadcast
<i>BSC</i>	Base Station Contaller
<i>BTS</i>	Base Trancier Station
<i>C(R)</i>	Zone de risque
<i>CA</i>	Cooperative Awareness
<i>CBF</i>	Contention Based Forwarding
<i>CDA</i>	Cooperative Driver Awareness
<i>CDS</i>	Cooperative Driver System
<i>CoNa</i>	coopérative navigation
<i>CSM</i>	Carrier Sense Multiple Access
<i>DAB</i>	Digital Audio Broadcasting
<i>DVB</i>	Digital Video,Broadcasting
<i>ETT</i>	Expected Transmission Time
<i>FB</i>	Fast Broadcast
<i>GPRS</i>	GeneralPacket Radio Service
<i>GPSR</i>	Greedy Perimeter Stateless Routing
<i>GSM</i>	Global System for Mobile Communications
<i>GSR</i>	Giographic Source Routing

<i>IEEE</i>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<i>MANETs</i>	Mobile Ad hoc NETWORKs
<i>MS</i>	Mobile Station
<i>MSC</i>	Mobile Switching Center
<i>OBU</i>	On Board Unit
<i>PAB</i>	Position Based Adaptive Broadcast
<i>PAD</i>	Program Associated Data
<i>RCBF</i>	Random Contention Based Forwarding
<i>RDS</i>	Radio Data System
<i>RHCW</i>	Road Hazard and Collision Warning
<i>RSU</i>	Road Side Units
S_j	Seuil de risque de la route j
<i>SB</i>	Smart Broadcast
<i>STIs</i>	Systèmes de Transport Intelligents
<i>TA</i>	Traffic Annoncérent
<i>TMC</i>	Traffic Message Channel
<i>TS</i>	Time Slot
<i>UMB</i>	Urbain Multi-Hop Broadcast
<i>UMTS</i>	Universal Mobile Telecommunication System
<i>V2I</i>	Véhicule-to-Infrastructure
<i>V2V</i>	Vehicle-to-Vehicle
<i>VANETs</i>	Vehicular Ad hoc NETWORKs
<i>VDA</i>	Véhicular Deterministic Access
<i>WiFi</i>	Wireless Fidelity
<i>WiMAX</i>	Worldwide Interoperability for Microwave Access
<i>WLAN</i>	Wireless Local Area Network

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Avec l'augmentation du nombre de véhicules en circulation, il devient impératif de gérer en conséquence, le trafic routier. Grâce aux avancées technologiques, il est possible de nos jours de doter les véhicules d'un équipement GPS et d'une carte réseau afin de former un réseau dynamique nommé réseau ad hoc véhiculaire (VANET). Ces réseaux sont majoritairement composés de véhicules intelligents qui communiquent entre eux et/ou avec des unités de bords de route (RSUs), lorsque celles-ci sont déployées. Tout comme les réseaux ad hoc mobiles (MANETs), la forte mobilité des véhicules, l'étendue des zones à couvrir, ainsi que leur densité font que la topologie du réseau est hautement dynamique, ce qui affecte la qualité des connexions entre les véhicules et les rend irrégulières.

Les services qu'ils proposeront auront pour objectif premier de diminuer le nombre d'accidents de la route, d'améliorer le trafic routier et de l'optimiser grâce à leurs applications de sûreté et de gestion du trafic. En plus, ces réseaux pourront fournir des applications ludiques, qui participent à l'amélioration du confort au sein du véhicule. Ces applications nécessitent le partage de données entre utilisateurs, avec une certaine qualité de service. Cependant, les caractéristiques des réseaux VANETs compliquent la dissémination et l'acheminement des données. C'est dans ce domaine que s'inscrit notre projet de fin d'étude que nous présentons dans ce mémoire. Notre objectif principal est de proposer une nouvelle approche de dissémination des données dans les VANETS. En effet, pour tirer profit des applications de sûreté et de sécurité routière des VANETS il faudra définir des approches efficaces pour l'échange des informations sur l'état de l'environnement routier. C'est approches sont des approches ou techniques de dissémination. Pour que ces dernière soient efficaces, elles doivent prendre en considération la taille du réseau, ainsi que les besoins des applications en term de qualité de service.

Après étude de quelques unes des approches de dissémination pour les VANETs dans la littérature, nous avons proposé une nouvelle approche reprendre au maximum des exigences des applications de sûreté et de sécurité routière.

Nous avons proposer une nouvelle approche pour la dissémination des informations dans les VANETS. Notre première question est : "comment disséminer les données ?" nous définissons

les caractéristiques d'une donnée par : son importance géographique et sa durée de validité et le type de la route où elle sera disséminer. Nous considérons que les données n'ont pas à être disséminées de la même façon et avec les mêmes garanties. Car les ressources du canal de communication sont limitées, elles doivent être utilisées à bon escient. Les informations, qui intéressent le plus grand nombre de véhicules et qui sont urgentes, doivent être disséminées le plus largement possible, en leur assurant un faible taux de perte et de courts délais d'acheminement. Pour cela on a construit notre approche tout dépend de type de la route.

Notre mémoire est organisé en trois chapitre comme suit : dans le premier chapitre sure les généralités des STIs et les différente caractéristique des VANETs ;

Dans le deuxième chapitre on a parler des différent protocoles de dissémination existant déjà et leur propriété.

Dans le troisieme chapitre on a proposer une nouvelle technique de dissémination qui se base sur le type de route.

CHAPITRE 1

LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES : APPLICATIONS, MODES DE COMMUNICATION ET ENVIRONNEMENTS DE DÉPLOIEMENT

1.1 Introduction

Ce chapitre a pour objectif d'apprendre la notion de réseau véhiculaire sans fil. Nous présentons dans un premier temps les applications potentielles des STIs ensuite, nous décrivons les entités communicantes, les modes de communication et les caractéristiques des réseaux véhiculaires sans fil.

1.2 Définition des systèmes de transport intelligents (STI)

Les STIs (ou ITS en anglais) désignent les Systèmes de Transport Intelligents (Intelligent Transport Systems). Ce sont des systèmes qui permettent de traiter, d'analyser et de communiquer des informations relatives aux systèmes de transport. Ils sont dits intelligents car ils se basent sur des fonctions liées à l'intelligence comme le traitement de l'information, la communication, la mémoire et l'adaptation aux conditions imposées.

Les nouvelles technologies et les nouveaux besoins dans le domaine des transports ont fait que le développement des STIs s'est considérablement accéléré ces dernières années.

Les STIs sont basés sur des infrastructures centralisées où des caméras et des capteurs implantés sur la route collectent des informations sur la densité et l'état du trafic et transmettent ces données à une unité centrale pour les traiter et prendre les décisions adéquates.

Ces systèmes sont intégrés ou sont en voie d'intégration dans tous les modes de transport. Les véhicules, l'utilisateur ou les infrastructures peuvent en être équipés. Leur principale fonction est alors d'aider la prise de décisions par les exploitants du réseau de transport et les autres

utilisateurs. Souvent effectuées en temps réel, ces opérations améliorent les conditions de vie de chacun. L'utilisation des STIs s'inscrit également dans une volonté de développement durable. En effet, les STIs amènent à une utilisation mieux coordonnée de la route grâce à l'utilisation de données. L'information est alors primordiale pour connaître l'état actuel d'un réseau ou en planifier l'usage[7].

La figure 1.1 présente un exemple des STIs

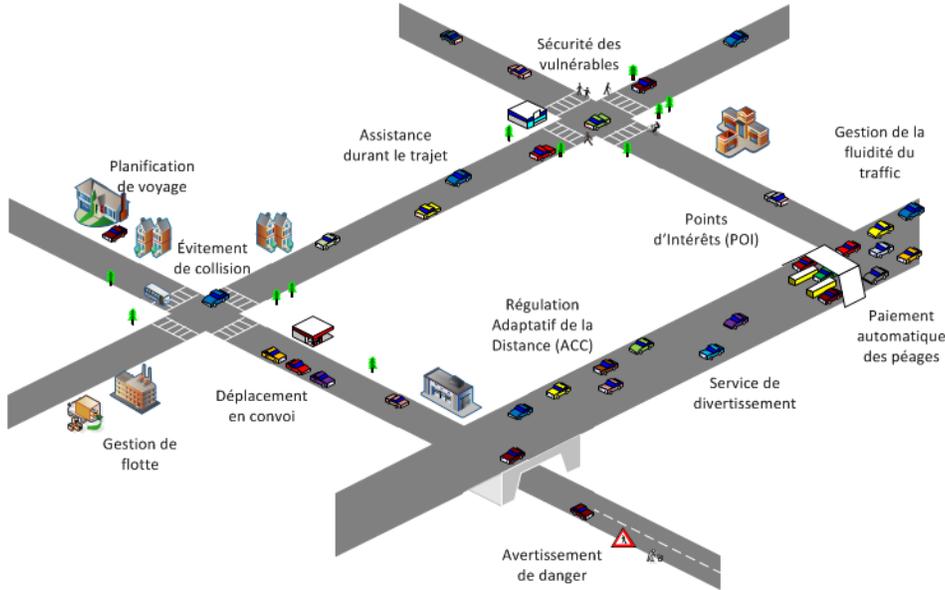


FIGURE 1.1 – Exemple des STIs

1.3 Contexte et services des STIs

Les systèmes de transport intelligents est une expression générique utilisée pour décrire l'application intégrée des technologies de communication, de contrôle, et de traitement de l'information au système de transport.

Nous trouvons les STI dans plusieurs champs d'activités : dans l'optimisation de l'utilisation des infrastructures de transport, dans l'amélioration de la sécurité (notamment de la sécurité routière) et dans le développement des systèmes de contrôle et de surveillance.

Les avantages offerts par ces systèmes permettent de sauver des vies, de gagner du temps, d'économiser de l'argent et de l'énergie et de protéger l'environnement. L'utilisation des STI s'intègre aussi dans un contexte de développement durable : ces nouveaux systèmes concourent à la maîtrise de la mobilité en favorisant entre autres les véhicules plus respectueux de l'environnement. Les STI englobent tous les modes de transport et tiennent compte de toutes les composantes du système de transport : le véhicule, l'infrastructure et le conducteur ou l'utilisateur, qui interagissent d'une façon dynamique.

L'activité principale des STIs est d'améliorer en temps réel la prise de décisions, en collaborations avec des exploitants du réseau de transport et les autres utilisateurs. La définition comprend un vaste éventail d'approches et de techniques qui peuvent être mises en pratique au moyen d'applications technologiques autonomes ou sous forme d'améliorations apportées à d'autres stratégies de transport. L'information est au cœur des STI.

Un grand nombre d'outils des STIs sont fondés sur la collecte, le traitement, l'intégration et la diffusion d'information. Les données provenant des STIs peuvent fournir de l'information en temps réel sur l'état actuel d'un réseau ou pour la planification des déplacements, ce qui permet aux administrations routières et aux organismes s'occupant des routes ainsi qu'aux exploitants routiers, aux fournisseurs de services de transport en commun et de transport commercial et aux voyageurs individuels d'utiliser les réseaux d'une manière plus éclairée et plus sécuritaire,

Parmi Les services judicieux des STIs, nous mentionnons les services suivants [7] :

- *Adaptation intelligente de la vitesse.*
- *Surveillance des conditions météorologiques et l'état des routes et la diffusion des informations relatives à ces conditions.*
- *Systèmes de détection d'incidents et d'alerte de collision.*
- *Priorité des véhicules d'urgence.*
- *Systèmes de surveillance des conducteurs.*
- *Contrôle des limitation de vitesse et les feux de circulation.*
- *Systèmes d'amélioration de la vision pour les conducteurs*

1.4 Domaines d'applications et utilisation des STIs

Nous présentons dans ce qui suit les utilisations les plus récentes des applications des STIs [7] :

1.4.1 Alléger la congestion routière

La congestion constitue un problème majeur pour tous les réseaux de transport, l'efficacité de ces systèmes existants est l'un des principaux objectifs des programmes de STI partout dans le monde. Les stratégies pour réduire la congestion sont basé sur la mise en place des systèmes de surveillances et de contrôles qui permettront d'améliorer leur exploitation en temps réel, en gérant la demande par la diffusion d'information juste à temps, en encourageant la mobilité hors des heures de pointe ou l'utilisation d'autres modes de transport.

1.4.2 Améliorer la sûreté et la sécurité dans les STIs

La sécurité routière concerne l'ensemble des connaissances, dispositifs et mesures visant à éviter les accidents de la route ou à atténuer ses conséquences. Les STIs peuvent contribuer directement ou indirectement à la sécurité routière, ce qui rend le transport plus sûr et plus

sécurisé. Les STIs intervient en développant les systèmes de surveillance et d'alerte "bord de voie" qui permettent d'alerter les usagers de la route d'une difficulté de conduite, maximiser sa capacité à contrôler et à réduire les impacts des désastres, par exemple, certaines applications de planification contribuent à la réduction des délais d'intervention des services d'urgence et à la création d'itinéraires d'évacuation en cas de désastre et à l'établissement de la priorité d'accès à ceux-ci. Ils peuvent favoriser une réduction durable du nombre d'accidents et leurs gravités en signalant les conditions et les situations dangereuses aux voyageurs et en intervenant dans la tâche de conduite. D'autres dispositifs permettent de protéger directement les usagers (protection des usagers. vitesse ; détection et prévention des collisions) . [14]

1.5 Fonctionnement des systèmes de transport intelligents

La réussite d'une application des STIs est liée à l'intégration de toutes les composantes des STIs (interfaces d'échange de données, liens de communication et des différentes plates-formes) qui nécessitent d'être ensembles comme un seul système intégré. À l'heure actuelle, un grand nombre des STIs qui sont déployés sont des applications autonomes car il est souvent plus rentable à court terme de déployer une application individuelle sans se soucier de déployer les applications compliquées qui nécessitent le déploiement de tout le système intégré.

Les STIs se fondent sur deux technologies en pleine expansion. [12]

Les technologies de la communication

Elles regroupent les solutions de Télécommunications qui permettent de collecter l'information, de la transmettre et de la diffuser à distance, soit par les émissions des radios FM, soit par ondes courtes ou infrarouge ; plus récemment sont apparues de nouvelles technologies, telles que les communications dédiées à courte portée (DSRC) hyperfréquences ou infrarouge utilisées pour le péage électronique (EFC), le Wifi et surtout la téléphonie mobile, dont la quatrième génération commence à se développer, ainsi que les communications par hyperfréquence.

Les technologies de positionnement

Ces technologies consistent à localiser un véhicule, une personne ou un objet en mouvement. Elles comprennent le positionnement satellitaire, associé éventuellement à d'autres capteurs ou balises, le positionnement cellulaire effectué par les réseaux de téléphonie mobile.

Dans ce que suit dans notre travaille on va baser notre études sur un cas particulier des STIs qui es les VANETs.

1.6 Définition des réseaux VANETS(Vehicular Ad hoc NETWORK)

Les VANETS sont en effet une classe émergente des réseaux sans fil, ils peuvent être considérés comme une particularité des réseaux MANET (Mobile Ad hoc NETWORK) où les nœuds mobiles sont des véhicules intelligents, on parle de la notion de " véhicule intelligent " quand ce dernier est équipé de calculateurs, dispositifs de communications sans fil, cartes réseau et de capteurs. Alors, un réseau VANET est formé de plusieurs véhicules communiquant entre eux ou avec des stations fixes afin d'offrir une conduite collaborative sécurisée et un environnement plus sûr[12].

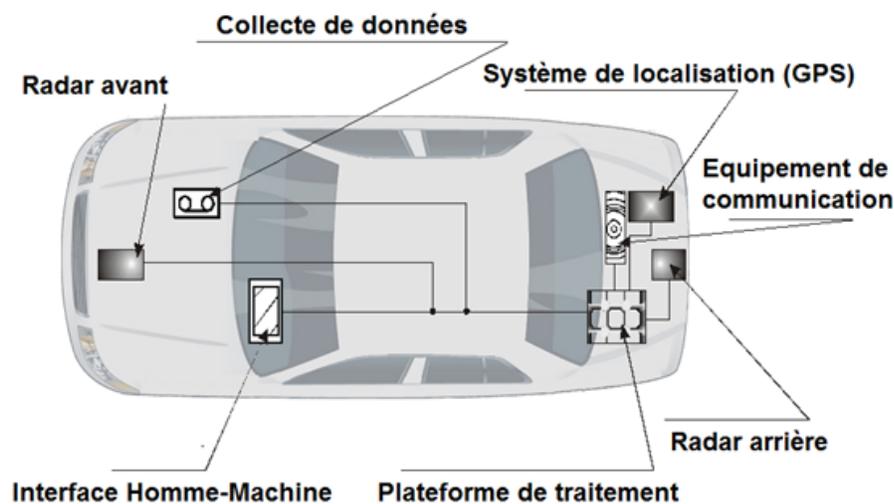


FIGURE 1.2 – Les éléments constituant le véhicule intelligent

1.7 Caractéristiques des VANETS

Les VANETS se distinguent des MANETS par un certain nombre de caractéristiques spécifiques dont on peut citer [12].

1.7.1 Forte mobilité et topologie du réseau

C'est le facteur qui rend les réseaux véhiculaires différents par rapport aux autres réseaux sans fil. La vitesse d'un véhicule varie selon l'environnement et selon les informations reçues par le conducteur, ce qui cause un changement de la topologie du réseau. Par exemple sur l'autoroute, la vitesse peut atteindre 120 Km/h, ceci a une grande influence sur la qualité et la durée de vie des communications entre les véhicules suite au changement rapide de topologie causé par la mobilité des véhicules.

1.7.2 Capacité de traitement, d'énergie et de communication

Dans les réseaux ad hoc mobiles, on est toujours confronté au problème d'énergie car les ressources d'énergie sont limitées (batteries). Par contre dans un réseau VANET, les véhicules ne souffrent pas de ce problème vue qu'ils n'ont pas de limite en terme d'énergie et ils disposent d'une grande capacité de traitement. Ils peuvent aussi avoir plusieurs interfaces de communication comme : Wifi, Bluetooth, etc.

1.7.3 L'environnement de déplacement et modèle de mobilité

Les noeuds se déplacent aléatoirement dans le réseau MANET, alors que dans le réseau VANET les déplacements des véhicules sont dépendants des infrastructures routières (limitation de vitesse, ronds-points, carrefours, etc.)

1.7.4 Collecte d'informations

La collecte d'informations se fait en utilisant différents capteurs de toutes catégories (caméras, capteurs de pollution, capteurs de pluies, capteurs de l'état de la route et de voiture, etc.) qui permettent au conducteur à bord, de son véhicule de disposer d'un certain nombre d'informations et d'une meilleure visibilité pour pouvoir réagir d'une manière adéquate aux changements de son environnement proche.

1.7.5 Broadcast Storm (tempête de diffusion)

L'épineux problèmes du broadcast Storm a été considéré depuis longtemps dans les réseaux MANETs, multiples solutions ont été proposées. Ce problème se pose en particulier dans les protocoles de routage qui inondent le réseau avec les paquets de contrôle à la recherche de routes.

Les retransmissions successives des paquets causent de sérieuses redondances qui saturent le réseau. Dans le cas des réseaux véhiculaires, le problème du Broadcast Storm se pose également au niveau application. En effet, les principaux services proposés pour les réseaux véhiculaires sont des services de sécurité qui se basent presque exclusivement sur les retransmissions de proche en proche des données. De plus, le problème du Broadcast Storm est aggravé dans les réseaux à forte densité notamment dans des scénarios tels les embouteillages et les files d'attente aux intersections.

1.8 Les services offerts par les réseaux VANETs

1.8.1 Services liées aux STIs et à la gestion de trafic routier

Les applications liées aux STIs comprennent les messages rappelant les limitations de vitesse ou les distances de sécurité, aussi les systèmes d'aide à la conduite et les véhicules coopératifs aide aux dépassements de véhicules, prévention des sorties de voies en ligne ou en virage, etc. Les applications liées à la gestion de trafic routier consistent à fournir aux conducteurs des informations qui lui permettant d'adapter leur parcours à la situation du trafic routier.

Par exemple L'ordonnancement des feux de signalisations et la surveillance du trafic, la conduite coopérative. L'efficacité de trafic coopérative se compose de deux applications[12].

Les applications de la gestion de vitesse coopérative (CSM)

La gestion de la vitesse coopérative(CSM) comprend deux services .

CSM de La notification de la vitesse limite : fournit des notifications concernant la vitesse limite qui contient des limites de vitesse réglementaire actuels et des limites de vitesse recommandé contextuels.

CSM de vitesse optimale de feux de circulation consultative : Elle est responsable de la vitesse optimale de feux de circulation consultative. Pour ceci, une station sur l'infrastructure fournit des informations au sujet des phases courantes de feux de circulation, le temps restant avant les changements de phases et la durée de chacune [9].

Les applications de la navigation coopérative (CoNa)

Un véhicule est conseillé pour un itinéraire optimal et il est assisté à la navigation.

1.8.2 Les services liés à la sécurité routière

La sécurité routière est prise en première priorité suite au nombre élevé d'accidents. Pour remédier à la sécurité des déplacements et faire face aux accidents routiers, les communications inter véhicules offrent la possibilité de prévenir les conducteurs sur l'existence d'un accident, des travaux sur la route et même de distribuer les informations météorologiques par envoi de messages d'alerte. A titre d'exemple, alerter un conducteur en cas d'accidents permet d'avertir les véhicules qui se dirigent vers le lieu de l'accident que les conditions de circulations se trouvent modifiées et qu'il est nécessaire de redoubler de vigilance. Les messages d'alertes et de sécurité doivent être de taille réduite pour être transmis le plus rapidement possible et doivent être émis à des périodes régulières.

Les applications liées à la sécurité ont suscité une attention considérable car elles sont directement liées à minimiser le nombre d'accidents de la route. Cette catégorie est associée aux

applications de la classe " sécurité routière active " qui vise à fournir des services de sensibilisation et d'alerte au conducteur à travers trois types d'applications : la sensibilisation coopérative (CA), l'assistance à la conduite coopérative (CDA), et les applications d'alertes de risque de collision (RHCW). En fait, la classe de la sécurité routière active fournit des fonctions de sensibilisation qui fournissent des informations au conducteur pendant la conduite normale, avertissent le conducteur des conditions de danger de la route et les accidents probables et aident activement le conducteur à éviter des accidents imminents. En d'autres termes, les applications liées à la sécurité sont responsables de : sensibilisation, mise en garde et d'assistance.[4]

Les applications de sensibilisation coopérative (CA)

Elles consistent à sensibiliser les conducteurs des autres véhicules et fournir des informations sur l'environnement aux alentours du véhicule.

Plusieurs applications sont offertes dans cette catégorie. Parmi ces applications, nous mentionnons : l'indication d'un véhicule d'urgence, indication de l'approche d'une moto et signalisation d'un véhicule lent. Pour ces derniers exemples d'applications, le véhicule diffuse des messages d'alertes à l'approche des véhicules dans son entourage. Les informations diffusées aident les conducteurs routiers à s'adapter aux conditions de la route.

Les applications d'assistance et d'aide à la conduite coopérative (CDA)

Ces applications fournissent des services d'assistance au conducteur. Beaucoup de services appartiennent à cette catégorie, entre autres :

Systèmes de conduite coopérative (CDS) : cette application exploite l'échange de données de capteurs ou d'autres informations d'état entre les voitures. Ces systèmes de conduite aident les conducteurs pour maintenir un temps et une distance de sécurité entre les véhicules pour s'assurer que le freinage d'urgence ne causera pas de collisions entre les voitures. Le système de calcul des progrès adapte le progrès d'un véhicule en tenant compte des nouvelles conditions environnementales, la dynamique du véhicule et des considérations de sécurité.

Application d'avertissement de collision et risque de la route (RHCW)

Elles fournissent des informations au sujet des collisions imminentes dues à l'état dangereux de la route, obstacles et conducteurs erratiques pour que les conducteurs soient vigilants à la collision imminente.

Les systèmes de détection d'accident (CD) se fondent sur des radars, des capteurs, ou des caméras afin de détecter une collision imminente. Plusieurs services sont offerts dans cette classe :

Avertissement Coopératif de Collision

Un véhicule surveille activement les messages concernant le statut de la cinématique des véhicules de son voisinage pour avertir la collision potentielle.

Émergence électronique des feux de stop

Un freinage dur d'un véhicule provoque un message d'avertissement qui sera diffusé aux conducteurs mis en danger au sujet de la situation critique avec une latence minimum.

Notification des risques de la route

En détectant un risque de route (par exemple brouillard, fluide, glace et vent), les véhicules se trouvant dans le même périmètre sont annoncés. Un véhicule détectant une caractéristique de route (par exemple descente, virage courbe) informe les véhicules en voisinage.

1.8.3 Services liés au confort

Les réseaux VANETs ne se contenteront pas seulement à offrir des services liés à la sécurité des véhicules et leurs occupants, mais permettront aussi d'assurer le confort de ces derniers durant leurs voyages ; ces services comprennent, entre autres : la messagerie instantanée, les jeux en réseau, l'accès à Internet, les paiements automatiques et la diffusion d'informations utiles sur la disponibilité de l'espace de stationnement dans les parkings en indiquant aux conducteurs les espaces libres. Le champ d'application de ces services, à ce stade, est très large et offre des perspectives intéressantes aux opérateurs de télécommunications en leurs permettant de réaliser des bénéfices supplémentaires.

La localisation par carte

La localisation par carte est une application d'assistance au conducteur, dans laquelle par exemple une direction de trajet entre deux points dans une ville peut être tracée sur une carte afin d'aider des conducteurs perdus dans une partie inconnue de la ville.

Parking intelligent

La localisation des emplacements de parking libres est une application d'assistance au conducteur qui permette de gagner le temps et le carburant gaspillé dans la recherche des emplacements libres pour une voiture.

1.9 Les architectures de communication

L'architecture des VANETs peut être divisée en trois modes de communication, les communications Véhicule-à-Véhicule (V2V), les communications Véhicule-à-Infrastructure (V2I) et hybride. Dans cette section, nous présentons le principe de chaque mode [4].

1.9.1 Communication de véhicule à véhicule (V2V)

La communication de véhicule à véhicule se déroule suivant un mode décentralisé. Les VANETs sont basés sur la communication inter-véhicules sans utilisation d'infrastructures. En effet, un véhicule peut communiquer directement avec un autre véhicule s'il se situe dans sa zone radio, ou bien à l'aide d'un protocole multi-sauts, ou ses derniers se chargent de transmettre des messages de bout en bout en utilisant les véhicules voisins qui les séparent comme des relais.

Dans ce mode, les supports de communication utilisés sont caractérisés par une petite latence et un grand débit de transmission.

Les communications V2V sont très efficaces pour le transfert des informations concernant les services liés à la sécurité routière, mais elles ne garantissent pas une connectivité permanente entre les véhicules [4]. La figure FIG 1.3 nous présente l'architecture de communication V2V.

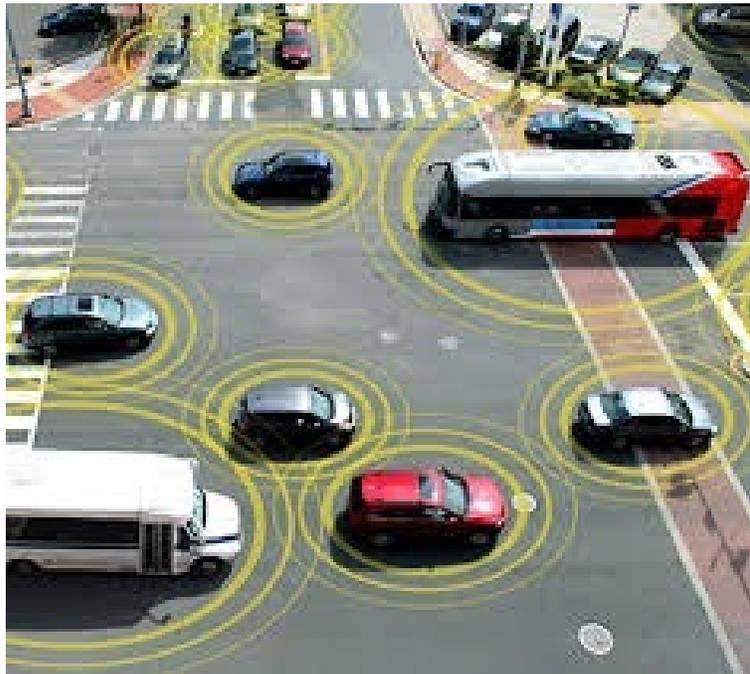


FIGURE 1.3 – Architecture de communication V2V

1.9.2 Communication de véhicule à Infrastructures(V2I)

Dans ce mode de communication, les véhicules se connectent à des stations fixes pour acquérir ou transmettre l'information. Ce mode de communication favorise l'utilisation des ressources partagées et multiplie les services fournis comme (accès à Internet, échange de données de voiture-à-domicile, communications de voiture-à-garage de réparation pour le diagnostic distant, etc.). Les points d'accès connus sous le nom RSU (Road Side Units) ou bien (Unités Latérales de la Route) se situent aux bords des routes (les feux tricolores, les intersections, les stops, etc.) et qui ont pour rôle l'amélioration de la conduite pour une sécurité routière. La Figure 1.4 nous présente l'architecture de communication V2I [4].

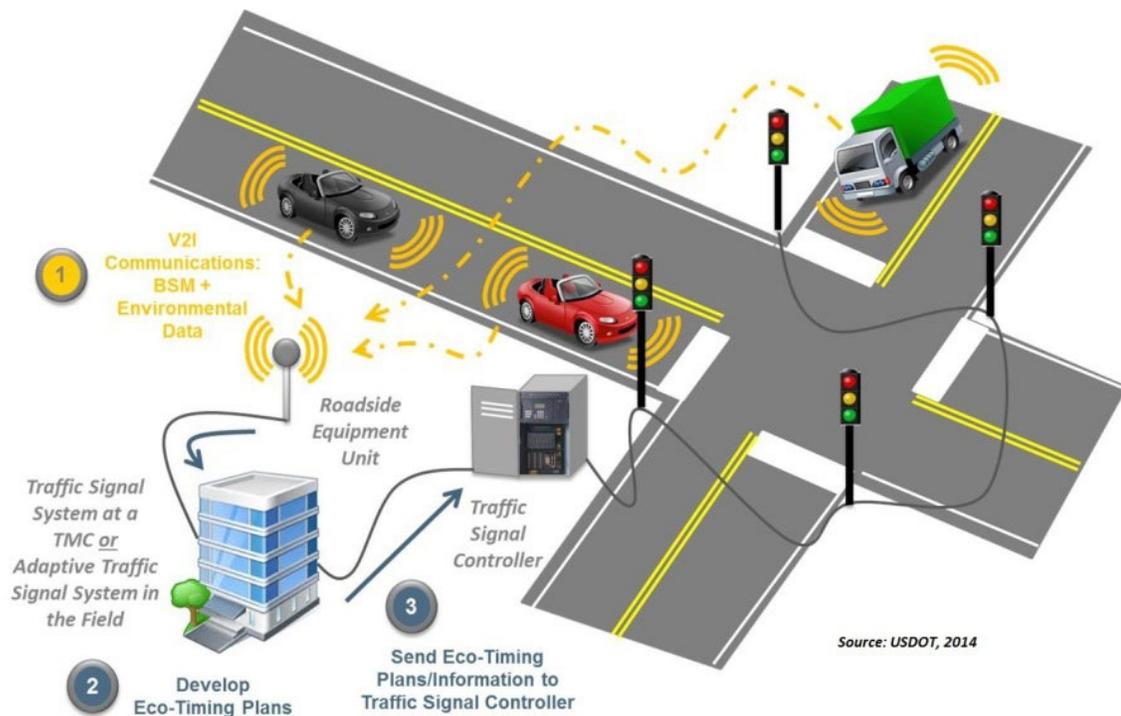


FIGURE 1.4 – Architecture de communication V2I

1.9.3 Communication Hybride

Ce mode de communication combine entre (V2V) et (V2I) pour rendre plus vaste la zone de communication et dans un but économique pour minimiser le budget concernant l'installation des infrastructures. La figure 1.5 nous présente l'architecture de communication hybride [4].

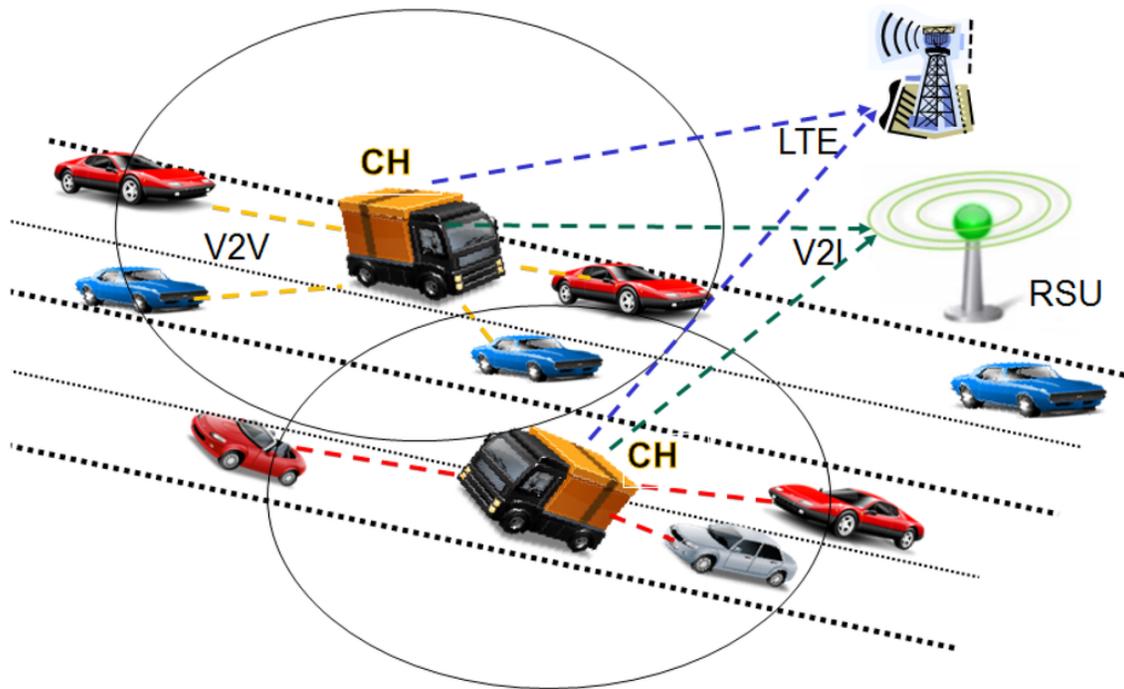


FIGURE 1.5 – Architecture de communication Hybride

1.10 Les technologies utilisées dans la communication véhiculaire

Cette section présente les technologies possibles de la communication dans les VANETs, les besoins de ces technologies dans les applications VANETs en termes de communication et délai.

Nous allons éclairer les technologies de communication à savoir par une liaison radio, cellulaires ou sans fil[4].

1.10.1 Les techniques de communications radio

Un système de communication comprend tous les éléments capables de véhiculer de l'information (son, données informatiques, vidéo..) d'une source vers une ou plusieurs destinations. Depuis la naissance des réseaux sans fil, les communications sont passées de la communication analogique filaire vers une communication numérique sans fil. De nombreuses technologies de communication peuvent être utilisées pour assurer l'échange de données entre véhicules, parmi ces techniques radio on cite :

Le système RDS (Radio Data System)

Cette technique est basée sur un Système de diffusion de données par la radio, elle permet de diffuser en parallèle un flux permanent d'informations numériques avec les émissions des radios FM. Nous pouvons citer comme exemple : TA (Traffic Announcèment) diffuse des informations routières. TP (Traffic Program) désigne une station offrant le radioguidage. Le media RDS-TMC (Radio Data System - Traffic Message Channel). Les véhicules équipés de récepteurs RDS-TMC peuvent recevoir des messages à raison de 20 par minute. Ce mode de communication est adapté pour les liaisons à moyenne distance (de 10 à 100 km).

Le système DAB (Digital Audio Broadcasting)

C'est un système de transmission du son numérique, deux bandes de fréquence sont allouées au DAB terrestre : la bande III dans l'intervalle de fréquence 174 - 230 MHz. En plus du son à qualité numérique, on peut diffuser par le media DAB des services de données textuelles ou graphiques. Il s'agit soit de données insérées dans la composante audio elle-même et qui sont appelés PAD (Program Associated Data) soit de données diffusées par un canal indépendant de l'audio et ce sont les NPAD (No Program Associated Data).

Le système DVB (Digital Vidéo Broadcasting)

Les spécifications de la norme du DVB définissent un ensemble de moyens permettant la diffusion de tous types de données, accompagnées d'informations les concernant sur tous types

de médias.

1.10.2 Les techniques de communications sans fil

Les technologies de communications sans fil sont en plein développement. Parmi les technologies utilisées dans les communications inter-véhicules, nous pouvons citer :

- *Les systèmes qui réutilisent des infrastructures existantes, systèmes cellulaires de 2G vers 3G et d'autres évolutions (GSM, GPRS, 3GPP).*
- *Les réseaux locaux sans fil (WLAN) qui sont principalement constitués des normes IEEE 802.11 (Wifi), IEEE 802.16 (Wi-MAX) et 802.11p (DSRC).*

La communication sans fil dans l'environnement véhiculaire est basée sur deux entités d'équipements : le premier est un dispositif installé sur des sections critiques autour de l'infrastructure (stop, intersections, etc.), et le deuxième est celui qu'on trouve embarqué sur le véhicule connu sous le nom OBU . et ce cas dans la communication (V2I).

1.10.3 Les Systèmes cellulaires

Le principe de base de la radiotéléphonie cellulaire consiste à mettre en place de nombreux émetteurs de faible puissance couvrant des zones géographiques réduites, c'est à dire réutilisées plusieurs fois, les mêmes fréquences dans les cellules voisines en limitant la taille des cellules. Une architecture de téléphonie cellulaire est constituée des stations mobiles (MS ou Mobile Station), des stations de base (BTS ou Base Transceiver Station et BSC ou Base Station Controller) et des centres de commutation mobile (MSC ou Mobile Switching Centre).

L'introduction des technologies des réseaux cellulaires comme (GSM, GPRS et UMTS) dans les communications véhiculaires a commencé dans les premier temps par les communications longue distance (V2I), l'avantage de ces réseaux est que l'infrastructure existe déjà. La G2 est mal considérée pour ce genre de réseaux à cause de leur faible débit, par contre la technologie UMTS offre un débit plus[10].

GSM

Le GSM (Global System for Mobile Communication), est un standard mondial, plus d'une centaine de pays l'ayant adopté à travers le monde. Il utilise deux fréquences, 900 MHz et 1,8 GHz (1,9 GHz aux USA) et peut transmettre des données Internet à une vitesse de 9,6 kbit/seconde (56 kbit/seconde pour un modem de base Internet). Il peut aussi transmettre des messages SMS (Short Message Service)[10].

GPRS

Le GPRS (General Packet Radio Service) est une évolution des réseaux GSM avant le passage à la troisième et quatrième génération. En termes d'architecture, les deux réseaux fonctionnent en parallèle : le premier pour le transport des données, le second pour la voix. Ils utilisent les mêmes équipements. La différence réside dans l'ajout au GSM de routeurs de paquets de données dédiés à la gestion des mobiles. L'interface radio utilise les mêmes bandes de fréquence que son prédécesseur[10].

UMTS

C'est la troisième génération de téléphone mobile ou 3G, annoncée avec un débit de 2 Mbps, l'UMTS permettra de surfer sur Internet à haut débit à partir de téléphones mobiles, en autorisant notamment la transmission d'images vidéo[10].

1.11 Les contraintes liées aux VANETs

Bien que les réseaux VANETs sont considérés comme étant le moyen le plus efficace pour éviter les embouteillages, minimiser la consommation de carburant et réduire le temps passé sur les routes, on trouve plusieurs contraintes dans ces réseaux dont on peut citer [10] :

1.11.1 Canal radio partagé et limité

Un canal radio à fréquences précises est utilisé par tous les nœuds, le flux d'information est donc limité et le débit de transmission diminue surtout dans les centres villes.

Faible bande passante

Le partage du canal limite la bande passante dont dispose chaque véhicule pour partager les informations.

Les interférences

Les réseaux VANETs utilisent les transmissions radio pour transmettre l'information, ce qui rend les communications exposées aux interférences radio. Ces dernières sont de nature diverse comme : le rapprochement des fréquences d'émission (interférences entre deux véhicules), les bruits de l'environnement (équipements électriques, moteurs, etc.), et les phénomènes de réflexion, atténuation et dispersion qui déforment le signal. Ces interférences font augmenter le taux d'erreurs de transmission d'un message, et le rendent incompréhensible par le récepteur.

1.11.2 Tolérance aux pannes

La tolérance aux pannes est un mécanisme permettant d'assurer le bon fonctionnement du système et de remplir les spécifications requises malgré la présence de dysfonctionnement dans ses composants.

1.12 Les problématiques dans les VANETs

Les VANETs ont l'avantage de ne pas être conditionnés par les problématiques liées à l'espace mémoire, à la capacité de calcul et à l'énergie. Cependant, ils souffrent de l'imposante quantité de données à envoyer et de l'étendue des zones géographiques à couvrir. Celles-ci combinées à la dispersion et la forte mobilité des véhicules, à l'absence ou à l'insuffisance d'infrastructure, ainsi qu'à la densité variable du réseau, créent plusieurs problématiques à la dissémination des données. Ci-dessous nous listons quelques-unes[13] :

Problématiques liées à la densité variable et aux connexions sporadiques :

La densité des véhicules dans un VANET est très variable, elle peut être très faible, comme dans le cas d'une route de campagne à faible fréquentation ou très forte dans un réseau urbain fortement encombré. Ceci a un impact sur le taux de délivrance et les délais de l'acheminement des données. En effet, dans les situations de faible densité, les déconnexions sont fréquentes, ce qui peut causer de longs délais de transmission et de faibles taux de livraison de messages. De façon similaire, au cours de situations avec de forte densités, la concurrence pour l'accès au canal de communication est forte, causant des collisions de messages et donc beaucoup de pertes et de faibles taux de délivrance de messages.

1.12.1 Partage des ressources du canal

Les VANETs ne disposent pas coordinateur pour l'allocation de la bande passante aux véhicules. Il devient alors de la responsabilité de chaque véhicule de gérer, de manière équitable, ces ressources. Ceci peut augmenter les temps d'attentes avant l'accès au canal et donc la latence des messages.

1.12.2 Établissement de relations de confiance

La problématique de la modélisation de la confiance pour les membres d'un VANET est délicate et unique en son genre. Dans certains scénarios, les véhicules circulent à des vitesses très élevées, comme sur une autoroute, les réactions des conducteurs devant des situations dangereuses et imminentes doivent être rapides et efficaces, ce qui rend la vérification en temps réel de la fiabilité des informations provenant d'autres véhicules nécessaire mais non triviale.

En effet, les VANETs sont des systèmes décentralisés et ouverts, souvent sans infrastructures dédiées. Les membres peuvent rejoindre ou quitter les ilots composant le réseau voir le réseau lui-même sans passer par une entité centrale. Par conséquent, le mécanisme de confiance à utiliser doit être distribué par essence .

1.12.3 Incitation à la coopération

La dissémination de données dans les VANETs est effectuée, le plus souvent, de manière collaborative, afin de remédier à la non présence constante d'infrastructure et de supporter la mobilité des véhicules. Pour cela, il est primordial que les véhicules acceptent de coopérer et de transmettre les messages de leurs voisins.

1.12.4 Passage à l'échelle

Le nombre de véhicules croît de manière significative. La quantité d'information collectée et échangée au sein des VANETs fait de même. Cela impose que toute solution proposée pour les VANETs considère dès sa conception la problématiques du passage à l'échelle. Pour cette raison, on veillons particulièrement à ce que toutes les réponses que on apportons aux problématiques VANETs supportent le passage à l'échelle.

1.13 Conclusion

Ce chapitre a été consacré pour la présentation des généralités sur les STIs et les différent services offert par ces derniers et on a approfondie notre étude sur les VANETs . Par la suite, on a expliqué leurs domaines d'applications et les contraintes liée à cette dernière.

2.1 Introduction

Les réseaux ad hoc véhiculaires (VANETs) permettent le partage de différents types de données entre les véhicules, de manière collaborative. Dans ce travail, nous nous sommes tout particulièrement intéressés aux applications de confort, sûreté et de sécurité routière, dédiées à l'échange des informations sur l'état de l'environnement routier. Les contraintes de ces applications en termes de qualité de services sont les plus rigoureuses, car l'acheminement de leurs données doit être exhaustif et ne souffrir d'aucun retard pour assurer une information utile et en temps opportun au profit de tous les usagers concernés. Cet acheminement doit faire face aux difficultés induites par la dispersion et la forte mobilité des véhicules, l'absence ou l'insuffisance d'infrastructure, la densité variable du réseau, la surcharge en informations à envoyer et l'étendue des zones géographiques à couvrir. En effet, la problématique de diffusion des données dans les VANETs s'avère non-triviale et de nombreux verrous scientifiques doivent être levés pour permettre un support efficace, collaboratif et fiable pour les applications de confort sûreté et de sécurité routière. Plus précisément, nous aborderons la problématique de la dissémination collaborative en se posant trois questions : "comment disséminer les données ? À quel moment le faire ? Mais aussi quoi disséminer et comment inciter à le faire ?"

2.2 dissémination de donnée

Une dissémination de données efficace pour les VANETs doit absolument prendre en considération les caractéristiques de ces derniers, comme la taille du réseau, la vitesse des véhicules, la connexion intermittente du réseau qui cause son partitionnement en de nombreux îlots, ainsi que les différents besoins des applications en terme de qualité de service. Dans la littérature,

plusieurs techniques ont été proposées. Chacune d'elles peut nécessiter un ou plusieurs sauts pour l'acheminement de ses données, ainsi que le déploiement ou non d'infrastructure, comme les unités de bords de route (RSUs). Néanmoins, toutes les stratégies se basent sur la coopération des véhicules du réseau pour relayer les messages. C'est pour cette dernière raison qu'une multitude de modèles incitatifs ont été proposés en parallèle aux stratégies de diffusion[13].

Parmi ces techniques de dissémination on cite :

2.2.1 Broadcast

L'une des approches les plus utilisées pour la dissémination de données dans les VANETs est celle utilisant la diffusion. Elle peut être utilisée à un seul saut comme à plusieurs sauts. Un message envoyé par un véhicule émetteur par diffusion est transmis à tous ses voisins directs, puis est retransmis encore une fois par chacun de ses récepteurs, jusqu'à atteindre le (ou les) destinataire(s). Cette approche ne nécessite aucune information préalable sur les voisins du véhicule, ce qui lui permet d'ignorer l'inexistence ou l'inexactitude des informations sur la topologie du réseau. Elle augmente le taux de délivrance et améliore la vitesse d'acheminement des données, car un véhicule destinataire reçoit plusieurs copies du message, arrivant au travers de plusieurs routes. Néanmoins, cette approche augmente aussi la compétition pour l'accès au canal de communication et l'utilisation de la bande passante, ce qui ne lui permet pas le passage à l'échelle au risque de générer une forte congestion du réseau[6].

Korkmaz et al ont proposé UMB (Urban Multi-Hop Broadcast), une technique permettant de réduire le nombre de sauts pour relayer un message. Cette technique se base sur la localisation des véhicules échangée par des messages périodiques appelé blackburst et le nœud le plus éloigné du nœud émetteur est élu pour relayer le message. [11]

AMB (Adhoc Multi-Hop Broadcast) traite le cas où le véhicule se trouve à proximité d'une intersection. Le nœud le plus proche de l'intersection est élu pour relayer le message au reste de la portion de la route. Yang et al ont proposé SB (Smart Broadcast) et PAB (Position-Based Adaptive Broadcast). Les deux approches intègrent un mécanisme d'attente avant retransmission d'un message afin d'améliorer l'accès et l'efficacité des transmissions. SB utilise la distance entre émetteur et récepteur alors que PAB utilise un vecteur contenant la position du véhicule et sa vitesse. Tonguz et al intègrent un mécanisme d'ajustement du backoff en fonction de la densité et de la connectivité. Le plus gros des avantages de cette approche est qu'un nœud peut garder un message en mémoire jusqu'au rétablissement du lien rompu, bien que ceci ne soit d'aucune utilité si l'attente dépasse les 100 ms pour un message d'urgence. [15]

MHVB (Tatsuaki, 2006) implémente un mécanisme d'ajustement adaptatif de la fréquence d'envoi de messages Heartbeats en fonction de la position, de la congestion et en se basant sur une multitude de seuils prédéfinis incluant le nombre de voisins et la vitesse.

FB (Fast Broadcast) fonctionne en deux phases, une première phase d’ajustement de la portée est faite en se basant sur un échange de messages heartbeats, et une deuxième phase de diffusion dans laquelle une priorité plus élevée est octroyée pour les nœuds les plus distants.[11]

D–FPAV (Distributed Fair Transmit Power Assignment for Vehicular Ad Hoc Network) ajuste dynamiquement la puissance d’émission en se basant sur la distance avec les voisins. Il vise un partage équitable du canal entre les différents nœuds communicants. Même si les tests ont montrés l’efficacité de ce protocole, serait-il simple de réaliser un tel système (coût, faisabilité)? REAR (Receipt Estimation Alarm Routing) (Jiang, 2008a) intègre un mécanisme de choix des nœuds relayeur en fonction de leurs propre estimation de la probabilité de réception, cette probabilité est calculée localement et est échangée dans les messages heartbeats. TrafficView vise à contrôler le flux d’informations échangées dans le réseau en agrégeant plusieurs données provenant d’une multitude de véhicules dans le même message (réduction du nombre de messages échangés, réduction de la charge sur le réseau). Ce protocole nécessite d’une part, une connaissance sur la position et la vitesse de chacun des véhicules, et d’autre part, une mesure du temps de diffusion sur chacun des liens.

L’une des techniques ayant le plus d’impact sur l’équité du partage des ressources est celle proposé par Rezgui et al qui introduit un mécanisme déterministe d’accès au canal partagé. Ce mécanisme se base sur les techniques introduites dans MDA (Mesh Deterministic Access) proposées dans le 802.11s et est désigné par VDA (Vehicular Deterministic Access). VDA permet un accès déterministe au canal en le partageant en TS (Time Slots) comme mécanisme pour limiter les collisions de paquets. La première phase de VDA consiste en une phase de réservation de ressources (TS), tous les véhicules désirant communiquer envoi des messages de réservation VDAOp (VDA Opportunities) en spécifiant leurs besoins en termes de charge de communication. Cette phase ne nécessite pas de gestionnaire centralisé et les opérations se font de manière collaborative entre les véhicules. Une deuxième phase de communication permet à chacun des véhicules ayant réservé ses propres ressources de communiquer durant une période limitée par la durée des TS qui lui ont été alloués. Bien que cette dernière offre de bonnes performances en termes de délai et de fiabilité des envois, la diffusion de l’information est limitée à un voisinage de deux sauts seulement.

La diffusion simple d’information dans les VANETs induit une surcharge du réseau dû à l’envoi de messages dupliqués. Ceci cause une inefficacité dans l’utilisation des ressources du réseau. Son impact est plus important si le réseau est de type ad hoc (ressources réparties et pas de gestionnaire central de communication) et que chacun des nœuds n’a qu’une information partielle de l’état du réseau. Bien que des solutions aient été présentées afin de construire une information globale, un échange permanent et périodique d’information est nécessaire. Cet

échange induit un surcoût qui peut être plus faible que celui de la diffusion simple mais qui peut avoir un impact sur le réseau d'où l'impossibilité d'utiliser des mécanismes de rétroaction comme les acquittements. La plupart des solutions de diffusion présentées précédemment utilisent l'information de distance entre noeuds pour relayer le message, ceci a pour objectif de réduire le nombre de sauts et par conséquent vise à améliorer l'un des facteurs de qualité des VANETs qui est le délai de transmission. L'adaptation de puissance ou de la portée des transmissions permet de prévenir la congestion possible du réseau et vise un partage équitable des ressources de communication[10].

Deux approches sont distinguées dans la diffusion [5] :

de conception de bas niveau(La première diffusion de message)

Les protocoles de dissémination à base de diffusion multi-saut peuvent être catégorisés selon quelques mécanismes de base qui sont :

1. **Balisage** Utilisé pour permettre aux nœuds soit de diffuser des données périodiques et/ou d'échanger des informations d'état (nombre de messages reçus, nombre de messages diffusés, position et vitesse du véhicule, etc.).
2. **Acquittement** C'est un mécanisme de base pour améliorer la fiabilité. L'acquittement peut être explicite (un paquet ACK est utilisé pour accuser réception) ou implicite (après l'envoi d'un message, un nœud i écoute le canal et quand son voisin j rediffuse le message, le nœud i conclut que le message a été reçu par le nœud j). On notera que l'acquittement explicite engendre une augmentation dans le surcoût, essentiellement en termes de délai.
3. **Adaptation de la portée de transmission** Certains protocoles adaptent dynamiquement la portée de transmission selon la densité du réseau observée/estimée (c'est-à-dire transmettre avec une faible portée lorsque le réseau est dense et une portée élevée lorsque le réseau n'est pas dense).
4. **Diffusion multi-canal** Certains protocoles profitent des canaux disponibles pour diffuser les données sur plusieurs canaux. Il convient de noter que d'une part le nombre de canaux est très limité sous le DSRC (7 canaux aux États-Unis et 5 en Europe) et d'une autre part la gestion du multi-canal a un coût élevé. En outre, les principaux acteurs des applications dans le monde (principalement les États-Unis et l'Europe) ont fixé le nombre de canaux de distribution dédiés aux applications de de la route. Par exemple, les canaux 172 aux États-Unis et 180 en Europe, sont exclusivement affectés à des applications de sécurité.
5. **Utilisation d'infrastructure** Certains protocoles s'appuient partiellement sur l'infrastructure fixe (ex : les RSUs) pour diffuser les données de sécurité tandis que d'autres sont entièrement sans infrastructure.

6. **Zone de dissémination** La zone de dissémination (à savoir zone d'intérêt) peut être explicite ou implicite. Différents paramètres (tels que la direction et la portée de communication) peuvent être utilisés pour spécifier cette zone. Lorsqu'elle n'est pas spécifiée, la dissémination peut être très coûteuse. Par conséquent, les protocoles existants qui ne spécifient pas la zone de dissémination devraient être adaptés avant leur déploiement.

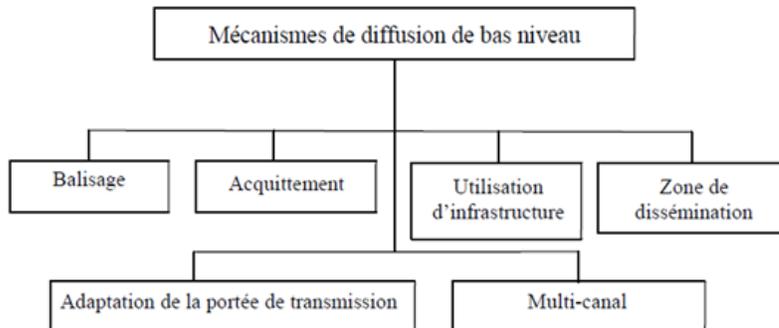


FIGURE 2.1 – Critères de classification de bas niveau

Approche de conception de haut-niveau

Nous avons identifié neuf classes de disséminations basées sur les mécanismes utilisés pour guider la rediffusion des messages reçus.

1. **Dissémination à base de compteur** Chaque nœud compte le nombre de fois qu'un paquet est reçu pendant une période déterminée, puis il compare ce nombre avec un seuil prédéterminé pour décider s'il rediffuse le paquet ou le détruit. L'avantage de cette approche est que les nœuds n'ont pas besoins d'échanger les états des voisins pour construire collectivement une décision sur la rediffusion.
2. **Dissémination à base de délai** Chaque nœud recevant un message à rediffuser, il le garde pour un certain temps d'attente avant de décider de le rediffuser. Les temps de maintien sont choisis au hasard par les nœuds. Le nœud ayant le temps de maintien le plus court a la priorité la plus élevée pour rediffuser le message. Un nœud qui a un

message à rediffuser ne le rediffuse pas s'il sait que le message a été rediffusé par un autre nœud voisin.

3. **Dissémination à base de distance** messages sont rediffusés en considérant la distance entre l'émetteur et les récepteurs. Lorsqu'un nœud reçoit un message, il ne le rediffuse pas si la distance entre lui et son voisin le plus proche qui a déjà rediffusé le même message est inférieure à un seuil prédéfini. La raison est que si un nœud a reçu un message d'un autre nœud très proche de lui, il y a peu d'avantages dans la couverture supplémentaire obtenue par la rediffusion du message reçu. Par conséquent, les nœuds devraient favoriser la rediffusion lorsque la distance au dernier relai est grande.
4. **Dissémination à base de localisation** Les messages sont diffusés aux nœuds sur la base des positions géographiques de la source et de la destination. Ce mécanisme suppose qu'un service de localisation est disponible pour permettre de localiser les nœuds. Le principe de cette approche est de réduire le nombre de nœuds relais en sélectionnant les nœuds permettant un maximum de progrès dans la direction de dissémination.

Tous les récepteurs sont des relayeurs potentiels du message et ils sont en concurrence entre eux pour rediffuser le message reçu, la période de contention est le temps d'attente des nœuds avant de rediffuser le message. Dans l'approche à base de localisation, cette période dépend essentiellement de la distance parcourue dans la direction de la dissémination.

5. **Dissémination à base de trafic** Des informations reflétant le trafic (densité, la vitesse du véhicule) sont utilisées pour guider les opérations de rediffusion. Il faut remarquer que la densité est le seul paramètre utilisé réellement dans les protocoles à base de trafic existants.
6. **Dissémination à base de clusters** Les messages sont diffusés à un groupe de véhicules (par exemple les taxis, les ambulances, peloton de véhicules sur une autoroute) déplaçant sur un chemin commun. Le groupe peut être structuré en un niveau ou en une hiérarchie.

Seulement, les nœuds têtes de clusters " Clusters Heads " rediffusent les messages à l'intérieur de leur cluster.

7. **Dissémination probabiliste** Ce type d'approche, tente de diminuer les messages redondants générés en calculant les probabilités de rencontres entre deux véhicules avant de décider du chemin de dissémination d'une information, sans pour autant nécessiter la connaissance de la topologie du réseau. Un véhicule utilisant cette approche peut se baser sur ses connaissances du réseau, son historique de rencontres avec les autres véhicules, ainsi que sur les informations qu'il a pu collecter sur la mobilité et les localisations des autres véhicules du réseau.

Quand un nœud reçoit un message, il le rediffuse selon une valeur de probabilité. Plus est faible la probabilité de rediffusion, plus est faible le coût (la consommation de la bande passante) de la dissémination des données, et plus est faible la probabilité de livraison des messages à tous les destinataires. Plus est élevée la probabilité de rediffusion, plus est élevé le coût de la dissémination et plus est élevée la probabilité de livraison du message. Par conséquent, il existe un compromis entre le coût de la dissémination et la probabilité de livraison. Dans le cas d'une distribution uniforme de n nœuds dans une zone d'intérêt, en utilisant la même probabilité de diffusion P , le nombre moyen de nœuds qui rediffusent le message est $n * P$.

Les protocoles de dissémination existants ont proposé différentes façons pour dériver la probabilité de rediffusion : une valeur fixe pendant toute la durée de vie du réseau, une valeur fixe pendant une certaine période de temps, une valeur qui est fonction du nombre de messages reçus dans un intervalle de temps, une valeur qui est fonction du nombre de voisins à un saut, la distance entre l'émetteur et le récepteur du message, etc. Chaque modèle de calcul de la probabilité de rediffusion a ses avantages (simplicité et flexibilité) et ses inconvénients (surcharge due à la collecte des données utilisées dans le calcul de probabilité). Dans les protocoles existants, le mécanisme basé sur la probabilité est combiné avec d'autres mécanismes (par exemple, la distance ou la densité) pour améliorer la performance de la dissémination.

8. **Dissémination à base de codage réseau** Depuis quelques années, le codage réseau est devenu très populaire. Il offre un mécanisme efficace pour réduire la consommation de bande passante dans les réseaux tout en augmentant le taux de livraison des messages. L'idée de base du codage réseau est la suivante :

Au lieu de simplement rediffuser les paquets qu'ils reçoivent, les nœuds prennent plusieurs paquets et les combinent dans un seul paquet pour la transmission. La combinaison des paquets est basée sur des opérations (linéaires) appliquées à n paquets pour obtenir un paquet. Actuellement, très peu de protocoles sont basés sur le codage réseau. Il a été démontré que le codage réseau peut améliorer la diffusion multi-saut dans les VANETs sans augmenter la complexité de conception des protocoles.

9. **Dissémination hybrides (basée sur plusieurs critères)** De nombreux protocoles proposés ne sont pas basés sur un seul critère, mais plutôt combinant différents critères pour prendre de meilleures décisions de rediffusion. Par exemple, les méthodes à base de probabilité utilisent la distance ou la densité pour dériver la probabilité de rediffusion, et les méthodes à base de délai utilisent la distance et la localisation pour calculer la valeur de délai d'attente avant de tenter de rediffuser.

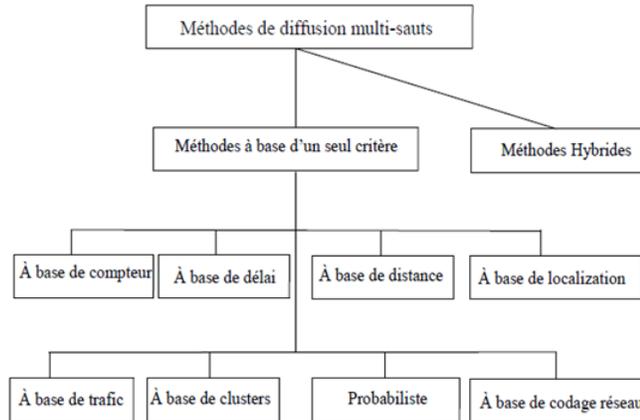


FIGURE 2.2 – Critères de classification de haut niveau

2.2.2 Dissémination Géographique

Cette approche de dissémination se base sur les informations de localisation des véhicules contenues dans les messages de contrôle, diffusés périodiquement dans le réseau, lorsqu'elle suit une approche pro-active [16]. Ou alors diffusés à la demande, lors d'une approche réactive [18]. Chaque véhicule tient régulièrement à jour une table contenant l'historique des localisations de ses voisins, afin de pouvoir acheminer ses messages par le chemin le plus court et donc, réduire leur délai d'acheminement. Pour ce fait, lors d'une dissémination le véhicule le plus proche du (ou des) destinataire(s) est sélectionné lors de chaque saut. Cette approche permet aussi de cibler un groupe de véhicules grâce à leurs coordonnées géographiques, comme font les applications visant à avertir les conducteurs des risques de collision en intersection.

2.2.3 Déssimination Orientée ressources du canal

Puisque les ressources du canal de communication sont limitées, l'accès au canal et l'allocation de ses ressources deviennent un problème d'optimisation. Cependant, ce problème risque d'être NP complet à cause de toutes les variantes qui doivent être prises en considération et le manque d'informations sur le réseau mises à la disposition du véhicule. Des solutions proposent alors des algorithmes basés sur des heuristiques, tel l'étude [21] qui propose une dissémination de données basé sur la prise en compte de l'historique des rencontres du véhicule émetteur avec les autres véhicules du réseau. Cela dans le but d'estimer les congestions potentielles ainsi que la densité du réseau, puis de les prendre en considération afin d'améliorer le taux de délivrance et de limiter le nombre de messages doublons. Dans la solution [16], chaque nœud tient une table avec des informations sur le débit et les conditions du canal afin de choisir par quel nœud

relayer il est préférable de transmettre son message. Cependant, ces solutions nécessitent des échanges de messages entre les véhicules pour maintenir un contrôle sur l'utilisation des ressources du canal. Une autre solution [1], améliore le taux de réception des messages d'urgences en leur allouant une partie de la bande passante disponible. Dans cette solution, chaque nœud envoie en premier un signal sous forme d'impulsion, puis son message d'urgence.

2.2.4 Déssimination Orientée priorité des messages

Pour répondre aux différents besoins en qualité de service des multiples applications des VANETS, des solutions de dissémination proposent une adaptation de la dissémination par rapport à l'importance du contenu des messages échangés. Afin de ne pas supprimer systématiquement tous les nouveaux messages entrants en cas de congestion du réseau. La solution [8] remédie à ce problème en fixant des priorités pour l'accès au canal de communication d'après les catégories d'accès ACs, fixées par EDCA [20], pour chaque message. Une autre solution [2], alloue des jetons aux files d'attente formées par les messages souhaitant l'accès au canal. Elle gère l'accès au canal en pondérant le nombre de jetons offerts par rapport à la densité du canal et à la priorité des messages. Tout comme cette dernière, la solution [17] ordonnance les messages à envoyer sur la base des ressources disponibles du canal et de l'importance du message, en utilisant un système de files d'attente une plus grande priorité est donnée aux messages les plus urgents.

2.2.5 Déssimination troc

Dans cette approche, chaque véhicule tient une table retraçant le comportement des autres véhicules à son égard, un véhicule n'accepte de coopérer et de retransmettre le message d'un autre à la condition de réciprocité que ce dernier ait déjà fait de même [19]. Cependant, la forte mobilité des véhicules et les changements fréquents de topologie dans les VANETS ne permettent pas l'établissement de solides relations entre les véhicules, ce qui peut affaiblir les performances de cette approche.

2.2.6 Déssimination credits virtual

La majorité des modèles incitatifs utilisent des crédits virtuels qui servent à monétiser la coopération des véhicules. Chaque transmission de message fait bénéficier le véhicule relayer d'une récompense donnée par le véhicule émetteur. Le maintien d'un tel système nécessite le déploiement d'infrastructures ou la disposition dans les véhicules d'équipements spécifiques, afin de gérer le calcul et la distribution des récompenses [2], [3]. Les limites de cette approche concernent le calcul des coûts et récompenses, qui souvent peut être basé sur des estimations, ainsi que sur la distribution des crédits, qui peut souffrir de la mobilité des véhicules.

2.3 Métriques de décision et de performance des protocoles de dissémination

Bien qu'une distinction basée sur les classes de diffusion ressorte les intérêts et les avantages de chacune des approches précédemment citées, une distinction selon les métriques utilisées s'avère nécessaire et primordiale. Une étude des métriques qu'elles soient de performance ou de décision de routage permet d'ouvrir la voie à une critique plus constructive. Cette critique permettra de mieux qualifier les différentes approches et d'en proposer une amélioration possible. Cette section introduit les principales métriques de routage et de performances utilisées dans les solutions présentées. Cette étude met l'emphase sur les intérêts et la pertinence de ces métriques en termes de fiabilité et de facilité d'intégration [7].

2.3.1 Métriques de décision de dissémination

Les métriques de décision de routage sont définies ici comme étant des métriques sur lesquels l'algorithme de dissémination et ses fonctionnalités prennent forme. Ces métriques constituent la base de la décision de routage et sont généralement le résultat d'une collecte d'information qu'elle soit locale ou par échange de messages.

Distance

La distance joue un rôle important sur la décision et le choix du nœud qui va relayer le message. D'une part, le choix de la bonne distance assure que l'envoi se fait dans un rayon d'action acceptable (une distance inférieure à la portée maximale au-delà de laquelle la fiabilité de la transmission n'est plus assurée) et d'autre part, assure un nombre minimum de sauts qui a un impact sur le délai de transmission de bout en bout. Afin de construire l'information de la distance, les véhicules se basent sur un échange de messages contenant des informations de localisation assurées par des techniques de positionnement tel que le GPS (Global Positioning System). L'échange est assuré par un envoi périodique de messages tel que les messages Blackburst ; un message périodique qui indique la distance de chaque nœud par rapport à un éventuel émetteur, les messages heartbeats ; contient des informations y inclus des informations de localisation. Le nœud le plus éloigné a la priorité sur l'envoi en termes de temps d'attente (délai de report de la transmission moins important).

Densité de communication dans le réseau

Beaucoup de travaux se sont centrés sur cette métrique comme métrique de décision de routage et afin de construire un comportement adaptatif du réseau visant à limiter sa congestion. Généralement dans les cas de fortes densités, une réduction de la fréquence des messages

périodiques et/ou une réduction de la portée des transmissions permet de limiter l'impact sur les performances du réseau. Dans les réseaux véhiculaires[7].

Notion de zone géographique

Elle définit un ensemble de véhicules présents dans une zone géographique à un instant donné (En anglais, cluster). Le fait d'utiliser la notion de zone géographique nécessite une connaissance de la localisation de chacun des véhicules. En plus de la zone géographique, une caractérisation selon leurs vitesses et/ou leurs vecteurs de déplacement peut être introduite. Les techniques de MultiCast/GeoCast organisent l'ensemble des véhicules en groupes selon la zone géographique et utilisent des techniques de codage réseau afin d'assurer l'acheminement des messages à cette zone particulière tout en gardant un taux d'utilisation acceptable du canal. Le principal inconvénient de l'utilisation de cette métrique est la quantité d'information à échanger pour la construction d'une telle structure et l'impossibilité d'assurer une stabilité de la structure vue la vitesse à laquelle la topologie du réseau peut évoluer[7].

Notion de débit

Elle est définie comme étant la quantité d'information véhiculée par unité de temps. Des techniques de dissémination utilisant une telle information afin de décider la manière de véhiculer l'information ont été proposées ; des techniques essaient de réduire la charge en faisant du codage réseau et d'autres utilisent le débit comme indicateur de la fiabilité d'un lien. La plupart des solutions utilisant cette métrique relayent le message sur le lien le moins chargé. On vise par cette technique une amélioration du délai d'acheminement et une fiabilisation de la transmission, bien que la charge d'un lien ne soit pas le seul paramètre à considérer pour qualifier un lien ; un lien plus chargé et moins long peut assurer une meilleure qualité de service. Ayant constaté que le débit n'est pas un bon indicateur de l'état d'un lien, des recherches ont été menées afin de trouver la bonne métrique qui peut caractériser un lien. Ces métriques sont généralement une combinaison de mesures et de métriques parfois de performances. Hiraku et al introduisent une métrique qui combine l'utilisation de la distance et ETT (Expected Transmission Time) qui caractérise le temps de transmission et de retransmission éventuelle en utilisant une approche probabiliste.

2.3.2 Métrique de performance des protocoles de disséminations

Les facteurs de qualité d'un protocole ou une technique de routage se reflètent par des mesures de performances de ces techniques et sont généralement le résultat de mesures de métriques particulières. Ces métriques servent comme appui pour favoriser une technique par rapport à d'autres. Dans cette section, seules les métriques les plus utilisées et les plus pertinentes sont discutées[14].

Débit

Il est défini comme étant la quantité d'information qu'un lien peut supporter par unité de temps. Plus le débit offert est grand, plus la qualité et la quantité d'information qui peut y être véhiculée est grande. Un lien à débit illimité n'existe pas, néanmoins un débit suffisant influence la durée de transmission d'un message (moins de retransmission) et la qualité des transmissions (un lien surchargé a plus de risque de se rompre). Plus une technique consomme moins de débit d'un lien, plus elle est considérée bonne et préserve les ressources du réseau.

Délai d'acheminement d'un message

C'est l'une des métriques les plus pertinentes surtout pour les applications sensibles au retard et qui exigent une faible latence. Il est défini comme étant le temps de transmission d'un message d'un nœud émetteur vers le nœud destination. Ce délai inclus ; (1) les délais de propagation sur les différents liens du chemin de routage et (2) les délais de traitement au niveau des nœuds relayeurs. Sachant qu'un signal radio se propage dans le vide à la vitesse de la lumière, les délais de propagation peuvent être négligés. La plupart des solutions de routage, visant la réduction de délai, essaient de construire le chemin de routage ayant le minimum de nœud relayeurs en favorisant les nœuds les plus éloignés pour relayer le message. Le délai peut être affecté par plusieurs paramètres ; l'état de l'environnement en termes de trafic, les collisions et la mobilité.

Taux de réception de paquets

Il est défini comme le quotient entre le nombre de paquets bien reçus et le nombre total de paquets générés par un émetteur vers un destinataire particulier.

Taux de pertes de paquets

Cette métrique est un indicateur d'efficacité de la technique d'accès au canal et de dissémination de messages. Elle est influencée par la distance entre émetteur et récepteur, la densité de communication, et la taille des paquets en circulation sur le canal partagé (si la taille du payload est grande, ce payload sera reparti sur un ensemble de paquets, d'où l'augmentation de la densité de communication). C'est une métrique qui est fortement sensible à l'état du lien radio, plus le risque de rupture de liens est grand, plus le taux de réception de paquets est faible.

temps d'établissement de leurs fonctionnalités

C'est toutes phases précédant la phase de dissémination de messages, elle est définie par les échanges initiaux pour construire un certain niveau de connaissance de l'état de l'environnement ; échange de messages contenant des valeurs de métriques pertinentes (vecteurs de déplacements, localisation, vitesse, état de lien, découverte de voisins, etc..) pour le fonctionnement de la technique, phase d'adaptation de la portée/puissance d'émission. Un exemple type est l'échange

initial des VDAOp pour la synchronisation temporelle des véhicules et l'allocation des TS. Cette métrique particulière doit être prise en compte puisque dans le cas de non-conformité, elle peut induire des délais supplémentaires qui peuvent influencer le fonctionnement de la technologie.

Niveau de conscience

Il est défini comme l'état ou l'aptitude à être conscient d'un évènement. Dans le cas des VANETs, le niveau de conscience caractérise la perception du conducteur et sa réaction cognitive à une condition ou à un évènement. Dans le contexte de communication, la conscience est directement proportionnelle à la portée de l'information transmise et au taux de réception de paquets. Cette métrique est affectée par le taux de génération de messages périodiques et évènementiels; plus la fréquence des messages est grande, plus le niveau de conscience de l'environnement augmente.

Nombre de retransmissions évitées

IL est défini comme le quotient entre le nombre d'hôtes qui reçoivent le message et le nombre d'hôtes qui le retransmettent. Ceci est une indication qui permet de savoir si le protocole ou la technique réduit la charge en termes de nombre de messages sur le lien radio. Principalement, toute technique de routage vise à réduire le nombre de retransmission en intégrant des techniques comme le codage réseau ou en évitant la retransmission de paquets dupliqués.

2.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons définie la notion de dissémination des donnée dans les VANETs et présenter quelque approches réalisant cette notion et aussi quelque métrique nécessaire pour la décision et évaluation de performance de ces protocole de dissémination.

Plusieurs inconvénients ont été soulevé a partir de cette études dans le chapitre suivant, nous proposons un nouveau protocole de dissémination de données dans les VANETs tout en évitant la saturation du canal,le doublant,les collision et assurer une dissémination de l'information en temps réel.

CHAPITRE 3

NOUVEL PROTOCOLE DE DISSÉMINATION DE DONNÉES

3.1 Introduction

Nous intéressons dans ce chapitre à la proposition d'une solution au problème de la dissémination des données dans les réseaux ad hoc véhiculaires (VANETs), à la modélisation et à la simulation d'une approche de communication dans un environnement véhiculaire pour la sécurité routière.

Cette solution vise à permettre la réception des informations envoyées par tous les véhicules concernés, tout en respectant les durées de validité de l'information sous condition de ne pas inonder le réseau de doublons ou d'informations inutiles, cette solution sert aussi à prévenir les conducteurs de véhicules sur les risque de collision qui ne cesse pas de croître.

Dans ce qui suit nous présenterons un nouveau protocole de dissémination de données dans les VANETs.

3.2 Principe de ce nouvel protocole de dissémination

Ce protocole vise a disséminer les informations utiles aux véhicules tout en respectant les délai de transmission et de pertinence.

Nous désignons par le concept de "véhicules concernés" l'ensemble des véhicules pour les quels information est utile, car ils se situent à proximité de la zone de détection de l'évènement pendant que ces informations sont encore significative dans le temps. Nous adaptons l'étendue de la zone géographique de dissémination, ainsi que la durée de validité d'une information pour chaque type de données. Par ce principe, nous caractérisons une information par une classe et un mode. Un compromis, entre le pourcentage de réception lors d'une dissémination et le nombre de messages superflus générés, est décidé pour chaque type de messages.

Nous allons voir comment utiliser cette technique de dissémination pour le confort et la

sécurité routière. Pour cela, nous allons faire une étude sur les différents types de routes de la ville de BEJAIA. Nous caractérisons chaque information par sa classe, son mode et un vecteur identifiant le véhicule émetteur $((x,y),v(t),a(t),\rho)$.

3.3 Message Échangés

Initialement, nous définissons les types de messages et les stratégies de traitement de ces derniers :

3.3.1 Types de message

Il existe deux types de messages pouvant être disséminés par des applications de sûreté et de sécurité routière et les services de congestion.

Les messages périodiques

Ceux-ci contiennent des données importantes, dans le but d'aider les véhicules à décider des actions nécessaires pour prévenir l'apparition de situations dangereuses ou un embouteillage quelconque sur la route. Ces messages nécessitent d'être disséminés fréquemment, ce qui peut engendrer un gaspillage de la bande passante allouée aux communications sans-fil.

Les messages évènementiels

Ce sont des messages prioritaires. Ils sont envoyés uniquement lors de détection de conditions dangereuses. Ils contiennent la localisation de l'expéditeur, le type d'évènement et une estampille temporelle. ces messages doivent être délivrés rapidement, soit moins de 100 ms, aux autres véhicules afin de tirer un bénéfice de leurs contenus.

3.3.2 Traitement des contenus (des messages)

Le traitement des contenus peut être classifié en trois catégories :

1. **Boîte noire**

cette méthode consiste à ignorer le contenu de l'information envoyée. Par conséquent, tous les nœuds du réseau sont considérés comme destination des différents contenus. La pertinence de l'information pour les nœuds est ignorée et elle est caractérisée uniquement par des informations générales telles que la taille et la durée de vie. Cette méthode sera utile quand le contenu est nécessaire à tous les nœuds du réseau comme dans le cas de l'envoi de mise à jour de logicielle pour les nœuds-capteurs mobiles. En revanche, certains contenus ne devraient n'être envoyés qu'à un ensemble limité de nœuds auquel cette première solution ne convient pas.

2. Estimation de la pertinence

Afin de déterminer l'ensemble des nœuds destinataires du contenu, une nouvelle méthode consiste à estimer la pertinence du contenu pour les nœuds en exploitant des informations sur les nœuds ainsi que sur les contenus des messages. À titre d'exemple, dans le contexte de réseaux véhiculaires, une information sur un événement de la route est estimée de plus en plus importante quand la probabilité qu'un véhicule rencontre cet événement augmente. Par conséquent, le contenu est considéré intéressant pour un nœud si la probabilité de rencontrer l'événement est supérieure à un seuil défini. Cette solution ne sera utile qu'avec certains types de contenus tels que les informations de trafic sur une zone spécifique, où généralement seuls les nœuds qui passeront par cette zone seront concernés. Au contraire, cette méthode ne sera pas utile dans le cas où les contenus sont destinés à tous les nœuds du réseau ou bien quand la pertinence du contenu est difficile à estimer (e.g. information d'une offre de restaurant).

3. Préférences utilisateur

troisième méthode considère que les contenus sont liés aux intérêts propres des usagers routiers. Les utilisateurs doivent alors exprimer leurs préférences dans le but de recevoir les contenus qui les intéressent. Cette méthode permet de limiter les échanges des contenus. En revanche, elle nécessite un mécanisme supplémentaire qui permet à chaque utilisateur de définir ses préférences.

3.4 Modélisation du trafic routier

La modélisation du trafic routier est un domaine qui traite la simplification de la circulation automobile. L'esprit général de la modélisation du trafic est de pouvoir reproduire la réalité physique à l'aide de modèles qui permettent d'améliorer la compréhension du phénomène réel complexe et de lui donner une représentation simplifiée. La modélisation du trafic est étudiée dont l'objectif est de contrôler, gérer la circulation, améliorer le confort des utilisateurs et donner des solutions pour résoudre quelques problèmes (par exemple : congestion, accident, collision, évacuation, etc.). Plusieurs modèles existent et nous les classifions par la façon avec laquelle ils reproduisent l'écoulement des véhicules. Cette approche permet de distinguer dans les grandes classes les modèles macroscopiques et les modèles microscopiques.

3.4.1 Approche microscopique

Dans ce modèle, les véhicules sont considérés uniquement de manière individuelle c'est à dire le véhicule est vu comme une entité indépendante de l'environnement, les interactions entre les véhicules et avec l'environnement sont prises en compte au niveau local. Les modèles microscopiques permettent de décrire les comportements individuels des usagers pour deux situations de conduite.

1. Le comportement en poursuite : correspond au comportement d'un conducteur en réponse aux actions du véhicule qui le précède.
2. Le comportement de changement de voie au sens large : Cela comprend les manœuvres de dépassement en section courante tout comme les manœuvres d'insertion. Nous commençons par une rapide présentation des notations utilisées dans notre chapitre (études de dissémination dans le premier cas). Notons tout d'abord le temps par la variable t . Dans le cas des modèles microscopiques, nous utiliserons les notations suivantes :

- La position du véhicule i à l'instant t , notée $x_i(t)$ avec $x_i(t) = (x_i, y_i)$.
- La vitesse instantanée du véhicule i à l'instant t , notée $v_i(t)$.
- L'accélération du véhicule i à l'instant t , notée $a_i(t)$.
- L'inter-distance entre le véhicule i et le véhicule qui le précède ($i-1$) à l'instant t , notée $S_i(t) = x_i(t) - x_{i-1}(t)$.
- La vitesse relative du véhicule i et le véhicule qui le suit ($i-1$) à l'instant t , notée $\Delta_i(t) = v_i(t) - v_{i-1}(t)$.
- Nous notons $b_i(t) = a_i(t) * b_i(t) < 0$ La décélération du véhicule i à l'instant t .

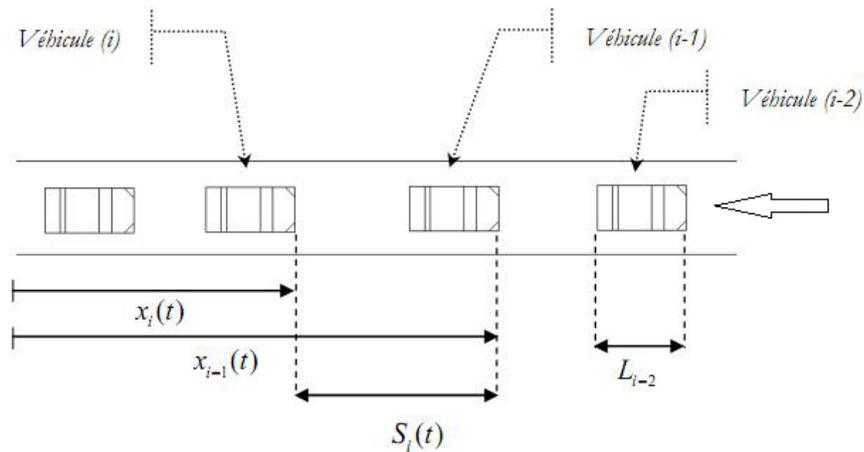


FIGURE 3.1 – Les notations microscopiques.

3.4.2 Approche macroscopique

Ce modèle est inspiré de la mécanique des fluides et modélise le trafic comme l'écoulement d'un fluide continu, décrit par les variables macroscopiques que sont le nombre de véhicules noté $N(x, t)$, la densité noté $k(x, t)$ et le débit noté $Q(x, t)$. La figure 3.2 illustre une représentation de la variable de débit.

Le débit classiquement $Q(x, t)$ correspondant au nombre de véhicules s'écoulant à un point d'abscisse x et au temps t par unité de temps

$$Q(x, t) = N(x, t \rightarrow t + dt)/dt$$

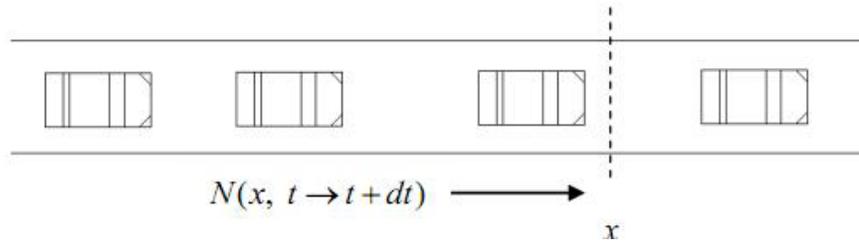


FIGURE 3.2 – Illustration de la variable macroscopique le débit.

La concentration (appelée également densité spatiale instantanée) correspondant au nombre de véhicules par unité de longueur se trouvant sur une section voisine du point d'abscisse x , au temps t (voir la figure 3.2); $K(x, t) = N(x, t \rightarrow t + dt)/dt$

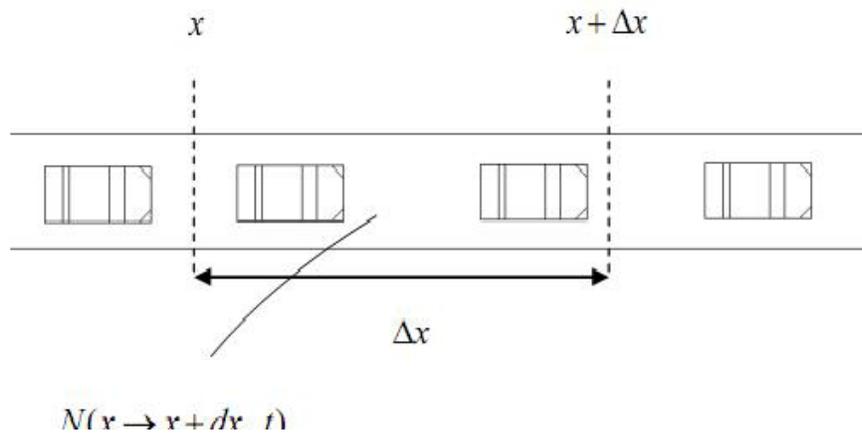


FIGURE 3.3 – Illustration de la variable macroscopique « la densité ».

3.4.3 Approche mésoscopique et approche "automates cellulaires –ACe"

Cette approche consiste à effectuer des calculs sur des quantités agrégées à un niveau macroscopique, l'idée de cet dernière ne fournit pas une description suffisamment détaillée des évolutions du trafic, elle suit et gère les véhicules de manière individuelle, ce qui est trop coûteux en temps de calcul et cause une saturation de canal de transmission, la perte de l'information, la non satisfaction des conducteurs et le risque de collision. Pour pallier à ce problème, cette approche représente l'ensemble des véhicules par des « paquets » regroupés en fonction de certaines caractéristiques dans notre études ces caractéristiques sont l'appartenance à la même zone géographique.

Un automate cellulaire (ACe) est un procédé de simulation informatique fondé sur un découpage de l'espace en cases appelées cellules. Chaque cellule contient un paquet qui regroupe un ensemble de véhicules. À partir d'une configuration initiale, on fait évoluer dans le temps le contenu des cases (la diffusion de messages ou l'envoi des alertes des collisions) tel que la transformation du contenu d'une case ne dépend que de ses cases voisines et à chaque instant t on obtiendra une nouvelle configuration.

Un automate cellulaire est quadruplé $AC_e = (d, V, Q, \varphi)$ où :

d : la dimension (étendu géographique).

V : le voisinage (l'ensemble des cellules voisines).

Q : un ensemble fini d'états (l'ensemble des véhicules appartenant à la cellule).

φ : la fonction de transition (la matrice de transition)

3.5 Position du problème

La dissémination de données dans les réseaux ad hoc véhiculaires peut être réalisée en unicast, en multicast ou en diffusion, afin de correspondre aux types de données partagées. Le mode de dissémination par diffusion est souvent utilisé pour les données des applications de sûreté et de gestion du trafic routier. Ces informations concernent un nombre important de véhicules, d'où la nécessité de les diffuser à plusieurs sauts. Cependant, une diffusion générale et aveugle a comme effet néfaste l'encombrement du réseau, car elle engendre de nombreux duplicatas, ce qui cause la saturation du réseau et la perte de l'information et ce qui peut induire une collision entre les véhicules, des pertes matérielles et humaines. Cette approche peut garantir un taux élevé de réception pour une information en temps réel. Ceci est cependant atteint aux dépens des performances des autres informations à envoyer et en gaspillant les ressources du canal de communication.

Afin d'éviter la congestion du réseau, la perte de messages et les collisions, nous proposons une stratégie de dissémination de données, qui s'adapte aux types de la route et le type de données à partager.

Notre objectif par cette proposition est d'améliorer le taux de réception, tout en diminuant les redondances des messages et les collisions. Pour cela, nous ciblons lors d'une dissémination uniquement les véhicules potentiellement intéressés par l'information. Pour cela nous divisons les chemins qu'on peut affronter en trois catégories (trois types de routes : Un sens unique, une intersection, un double sens). Cette solution différencie les données collectées d'après leur importance et leur durée de validité. Ces caractéristiques définissent les limitations temporelles du processus de dissémination, permettant d'accentuer le partage des informations les plus importantes. En plus des caractéristiques des informations, cette solution prend en considération la densité du réseau et la distribution des véhicules autour et le type de la route, pour choisir le nombre et les identifiants des véhicules relayeurs lors d'une dissémination. Afin de pouvoir

expliquer notre technique de dissémination qui sert à la dissémination de l'information récoltée a temps réel au sein de la trajectoire de véhicule et à prévenir les collisions dans le but d'éviter les tragédies sur les routes.

3.6 Approche de transmission de données

Nous envisageons deux modèles différents

3.6.1 Transmission de données basée sur le critère temporel

Une stratégie de partage de données s'accommode aux types d'information à partager et prend en considération les besoins en qualité de service de l'application concernée. Plusieurs choix sont possibles par rapport au critère temporel,

Le premier consiste en un envoi immédiat de la donnée récoltée, afin de respecter les contraintes temps réel des applications de sûreté. L'inconvénient d'une telle approche réside en la forte redondance de données induites, d'où une congestion potentielle du réseau. Une autre approche qui fait partie de cette même catégorie, utilise le même principe mais en utilisant en plus des accusés de réception et en prenant en considération la localisation du véhicule source. Cela permet de cibler les véhicules destinataires, pour diminuer les envois inutiles. Cette solution attache les accusés de réception aux messages HELLO, envoyés de manière périodique dans le réseau, pour ne pas surcharger ce dernier. Cependant, ceci introduit un délai supplémentaire à la réception d'un accusé de réception et donc à l'acheminement d'un message.

La seconde catégorie temporise l'envoi des messages, comme dans la solution MobEyes. Dans celle-ci les véhicules échangent les informations, à des intervalles réguliers, les résumés des données capturées tout au long de leurs déploiements, dans le but de réduire la quantité de données envoyées et de n'envoyer un message que s'il peut intéresser son récepteur. Toutefois, cette solution est incompatible avec les besoins des applications temps réel, à cause de ses délais et du risque qu'une dissémination reste inachevée.

Ci dessous quelques exemples sur la façon de choisir le temps d'attente avant de diffuser l'information :

1. Le critère Contention Based Forwarding « CBF »

C'est un mécanisme simple dans lequel chaque nœud qui reçoit un nouveau message, attend un délai qui est inversement proportionnel de sa distance par rapport au dernier relai, avant de décider de rediffuser ou non le message. Durant ce temps d'attente, si le nœud reçoit le même message, rediffusé par un autre nœud, il détruit le message et abandonne la procédure. Sinon, il le rediffuse dès que son temps d'attente expire. Ce dernier est calculé comme suit : $T = T_{max} * (1 - D/R)$

où T est le temps d'attente, T_{max} est le temps d'attente maximum, D est la distance

entre l'émetteur et le récepteur et R est le rayon de transmission.

2. Le critère **Random Contention Based Forwarding** « **RCBF** »

Dans ce mécanisme, chaque nœud qui reçoit le message tire une valeur de temps d'attente dans une fenêtre de contention $[C_{min}, C_{max}]$. Les bornes de cette fenêtre dépendent de la distance du nœud par rapport au dernier nœud relai. Comme il est indiqué dans les équations, les nœuds les plus éloignés auront la plus courte fenêtre de Contention.

$$C_{min} = T_{min}$$

$$C_{max} = T_{max} * (1 - D/R)$$

Où T_{min} est le temps d'attente minimum, T_{max} le temps d'attente maximum, D est la distance entre l'émetteur et le récepteur et R est le rayon de transmission. De même que les deux autres mécanismes, le nœud rediffuse le message après expiration de son time, s'il n'entend pas le message rediffusé par un autre nœud[11].

3.6.2 Transmission de données basée sur le type de données

Certaines stratégies de dissémination de données s'adaptent aux types d'informations qu'elles partagent en les classifiant d'après leur importance, leur délai d'acheminement toléré, ainsi que leur débit nécessaire.

La première classe est composée de messages d'urgence, comme les messages d'alerte à la collision, les notifications d'accidents. Ces messages sont courts, mais nécessitent une grande vitesse de propagation pour assurer un service temps réel.

La deuxième classe est constituée de messages d'alerte pour attirer l'attention d'un conducteur, comme les messages d'aide à la conduite. Ces messages sont moins importants que ceux de la première catégorie, mais requièrent néanmoins un haut débit pour leur envoi.

La dernière catégorie comprend les messages concernant la conduite collaborative (vise le confort des conducteurs), qui informent par exemple sur la densité et la vitesse moyenne d'une route. Ces messages sont les moins gourmands en terme de qualité de service. Malgré cette classification pour chaque type de messages, la question sur son utilisation dans une stratégie de diffusion reste vague.

L'étude [30] propose une autre classification des données moins classique. Les auteurs prennent en considération les critères suivants pour chaque donnée à envoyer : l'espace, le temps et l'intérêt (l'utilité) du conducteur. Une information est alors caractérisée par rapport à la zone géographique de sa dissémination, la durée dans le temps de sa validité et le type de conducteurs qui seraient intéressés par elle. Les auteurs supposent l'existence d'unités de bords de route qui se chargeraient de l'établissement de ces caractéristiques et de la transmission de données.

Notre proposition préconise l'envoi immédiat des données récoltées, afin de respecter les contraintes temps réel des applications de sûreté. Un pré-traitement de la donnée est effectué pour éviter la redondance des envois et limiter les diffusions répétitives. Ceci est réalisé en prenant en considération les caractéristiques spatiales et temporelles des données à envoyer,

ainsi que leur intérêt auprès des conducteurs. Ainsi, nous proposons une stratégie de dissémination adaptée pour chaque type de données, et chaque types de route pour assurer des délais d'acheminement très courts et des taux de réception élevés, mais sans pour autant nécessiter d'infrastructure.

3.7 Notre stratégie de dissémination adaptée aux données classifiées

Notre stratégie a pour objectif de transmettre les bonnes informations aux bons véhicules appropriées

et particulièrement lorsqu'il s'agit d'informations de sûreté. Nous supposons ici que certains véhicules sont dotés de capteurs pour collecter les informations et estimer la trajectoire et calculer les coordonnées de leurs voisins à l'instant t . Nous supposons aussi, que tous les véhicules acceptent de coopérer en partageant leurs données collectées et en acceptant également d'assurer des retransmissions en cas de demande. Cette stratégie permet une récolte régulière des données et une diffusion adaptée, dans le but d'éviter les risques de congestion et de famine dans les zones éloignées.

Nous considérons que chaque véhicule doit recevoir les informations locales liées à sa route (sa trajectoire), ainsi que les informations d'urgence récoltées dans un certain périmètre, qui soit plus large que les informations locales, tout en respectant une certaine durée de validité pour les données. Ceci, pour qu'un conducteur soit toujours au courant des conditions actuelles du trafic routier. Notre stratégie de dissémination se base sur quatre étapes :

- La détermination de la trajectoire.
- La récolte et la classification des données.
- L'élection des véhicules relayeurs et l'envoi de message.
- La retransmission itérative du message d'après les caractéristiques de son contenu.

3.8 La détermination de la trajectoire

Notre stratégie de dissémination est basée sur le principe que chaque véhicule est doté de plusieurs capteurs et des calculateurs qui leurs permet de simuler a chaque instant leurs positionnement et leurs cordonné exacte a l'instant $t+1$.

3.9 Récolte et classification des données

Un véhicule peut être équipé de différents capteurs et collecter divers types de données. Nous considérons que chaque information dépend de son lieu de collecte et que sa diffusion n'a de

sens qu'aux alentours du véhicule source, cela durant une période de temps limitée afin d'éviter le partage d'informations obsolètes.

Du fait que notre idée se base sur le type de la route. Nous caractérisons chaque information par deux paramètres : la classe et le mode. La classe d'une information représente son niveau d'importance, définie l'étendue géographique de sa zone de dissémination, le type de route, alors que son mode définit l'échelle de sa durée de validité dans le temps.

Les informations diffusées, suivant le type de la route, sont détaillées dans les tableaux **table 3.1** et **table 3.2**

Message	description	délai(ms)	porté (m)	classe	mode
Avertissement de Collision dans l'intersection	Il avertit le conducteur dans le cas où une collision à une intersection est probable	100	300	1	1
Information Passage piéton	Il avertit le conducteur dans le cas de danger de collision avec un piéton un piéton ou un enfant qui est sur un passage désigné	100	200	3	1
Assistance Mouvement après le panneau d'arrêt	Il fournit un avertissement à un véhicule qui est sur le point de traverser une intersection après s'être arrêté à un panneau d'arrêt.	100	300	4	4
Avertissement Fusion Aveugle	Il avertit un véhicule s'il tente de se fusionner à partir d'un endroit où la visibilité est limitée, et un autre véhicule qui s'approche est prédit d'occuper l'espace de la fusion.	100	200	5	4
Assistance tournement à gauche	Il fournit des informations au conducteur sur le trafic qui arrive dans l'autre sens pour l'aider à tourner à gauche.	100	300	3	2

TABLE 3.1 – Les informations diffusée dans une intersection

Message	description	délai(ms)	porté (m)	classe	mode
Pré-détection de collision	Il peut être utilisé pour se préparer aux collisions imminentes et inévitables.	200	50	1	2
Avertissement Changement de voie	Il fournit un avertissement au conducteur si un changement de voie prévu peut causer un accident avec un autre véhicule à proximité.	100	150	2	2
Avertissement Angle mort	Il avertit le conducteur quand il a l'intention de faire un changement de voie et l'angle mort est occupé par un autre véhicule.	100	150	4	4
Avertissement Collision dans le croisement autoroute/rail	Il aide à prévenir les collisions entre les véhicules et les trains dans les croisements des voies fériées.	1000	300	1	1
Feux de freinage d'urgence électronique	Lorsque le véhicule freine fort, il envoie un message aux autres véhicules qui le suivent.	100	300	5	5
Système coopératif d'automatisation des autoroutes	Il fournit à la fois le contrôle de la position et de la vitesse des autoroutes véhicules dans le but de fonctionner en toute sécurité	100	150	5	5
Avertissement Mauvais sens de conduite	Il avertit le conducteur que le véhicule roule ou est sur le point rouler contre le flux du trafic	100	500	1	1
Avertissement Zone de travail	Il informe que le véhicule est dans un périmètre de la zone de travail active.	1000	300	3	3
Avertissement Vitesse du Virage	Il aide le conducteur à entamer les virages à des vitesses appropriées.	1000	300	3	3

TABLE 3.2 – Les informations diffusée dans un sens unique ou un double sens

Nous considérons qu'un véhicule est concerné par la réception d'une information uniquement s'il se trouve dans sa zone de transmission, laquelle est déterminée par sa classe, durant sa période de validité, qui est déterminée par son mode. Pour pouvoir cibler ces véhicules, nous considérons des zones de dissémination de forme cercle de diamètre T . À chaque fois que l'information est très importante, le diamètre sera très grand au tour du point de collecte de l'information à distribuer.

3.10 Disséminations des données

La figure 3.4 illustre le processus à suivre par un véhicule avant le partage d'une donnée. Pour alléger la charge du canal des informations redondantes, les quatre conditions suivantes doivent être respectées .

- Le véhicule a récemment collecté des informations, qui sont différentes de ses dernières envois.
- Le véhicule peut retransmettre les mêmes informations une seconde fois si les messages à ce sujet n'ont pas atteint leur limite de validité et que l'événement est toujours d'actualité.
- Aucun de ses voisins n'a pour l'instant partagé ces mêmes informations.
- le véhicule calcule à chaque instant ses coordonnées exacte et estime sa trajectoire et envoi ces données avec le message en signant l'entête de message par l'identifiant de véhicule relayeur

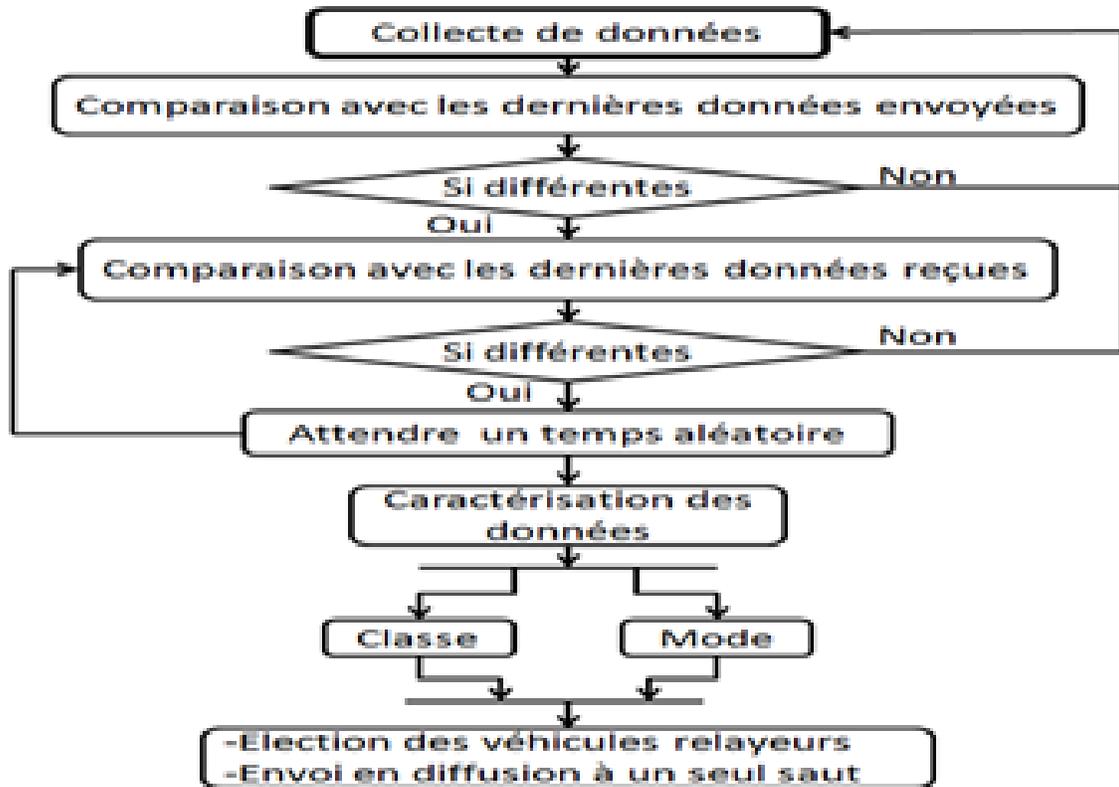


FIGURE 3.4 – Diagramme de flux pour la dissémination d'une information.

3.11 Élection des véhicules relayeurs et l'envoi de messages

Comme on a déjà mentionné, dans notre proposition le choix des véhicules relayeurs (ceux qui sont élus pour la retransmission de message) dépend directement de types de la route.

3.11.1 Route a un sens unique

Dans la map de la ville de Bejaia existe plusieurs route à un sens unique (stade à l'université, aãmriw à la ville, etc.). Pour modéliser cette situation on utilise une approche microscopique détaillé dans la section 3.3.1

Soit le véhicule i qui a collecter une information et veut la diffuser. D'abord, il doit vérifier si les conditions de la figure 3.4 sont satisfaites. Si oui, il choisira le véhicule relayeur pour transmettre cette information en exécutant l'algorithme suivant tout en définissons les variables suivantes :

- La liste des prédécesseurs notée \mathbf{P}
- La liste des successeurs notée \mathbf{S}
- Le rayon de transmission notée \mathbf{D} est fixé a $\mathbf{D=30}$ mètres
- La zone concerné par l'information de diamètres \mathbf{T}

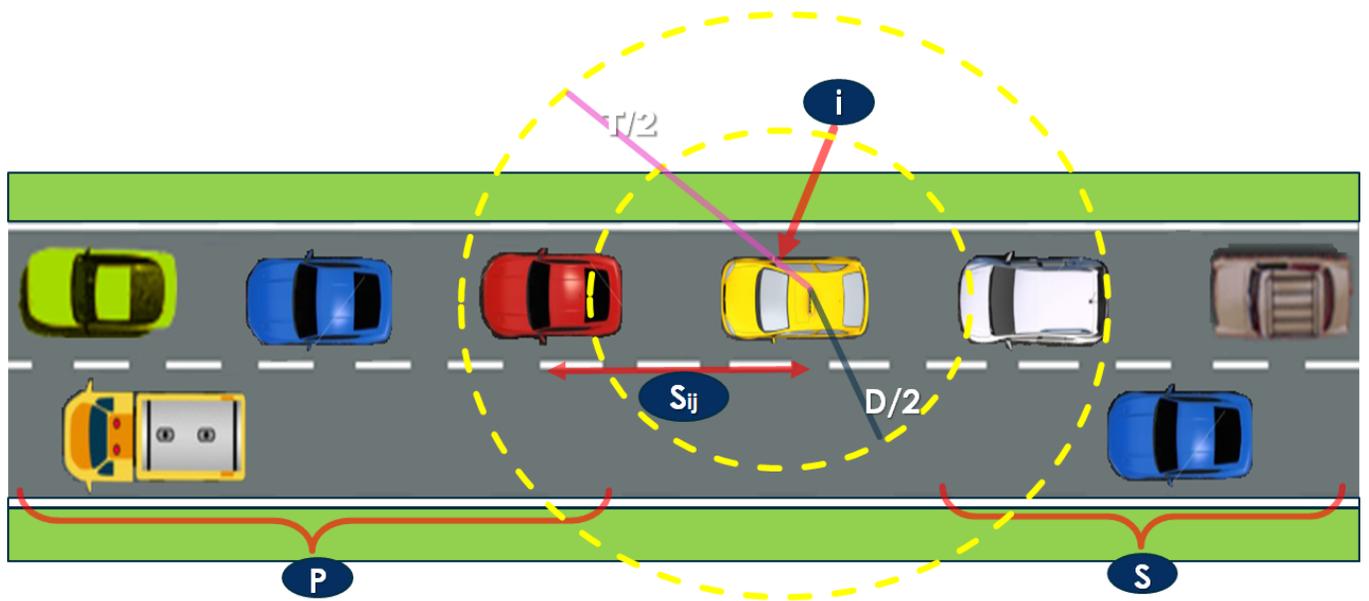


FIGURE 3.5 – modélisation d'une route a sens unique.

ALGORITHME

ÉTAPE 1 Déclaration des variable.

$D = 30$; le rayon de la porté de véhicule,
 T ; le rayon de la zone intéressé par l'information.
 . (déterminer dans les tableaux précédent).
 $S_{ij} = \{x_i - x_j \text{ si } j \in P$
 $x_j - x_i \text{ si } j \in S$
 NR ; est le nombre des relayeurs.
 P ; est l'ensemble des prédécesseurs.
 S ; est l'ensemble des successeurs.

ÉTAPE 2 Corps de l'algorithme

$k=0$; est le nombre de véhicule qui ont déjà
 diffuser cette information
 $NR = \frac{T}{D}$; calculer le nombre de relayeurs

Tant que ($K < NR$)

Si : (classe =1) **Alors**

Pour ($j \in P$ or $j \in S$) **Faire**

si : ($x_i(t + 1) = x_j(t + 1)$) **Alors**

envoyer un message d'alerte pour tout les successeurs et les prédécesseurs en signant l'entête de message par l'identifiant de j pour qu'il prendre précaution.

Fin Si

Fin Pour

Sinon (classe \neq 1)

Pour ($j \in P$) **Faire**

choisir j telle que $max S_{ij}$ et envoyer un message a tout les prédécesseur en signant l'entête de message par l'identifiant de j

Fin Pour

Fin Si

$k = k + 1$

Fin tant que

Une fois le véhicule j est élu pour être un relayeur. Le véhicule i signe l'entête de son message par l'identifiant de véhicule j .

Le véhicule i diffuse l'information pour tout ces prédécesseurs, et seulement le véhicule qui a l'identifiant j qui va retransmettre le message.

Le véhicule j doit vérifier si les conditions de la figure 3.3. Si oui, il choisira de son tour le véhicule relayeur en respectant la formule suivante $NR = (T - 30)/R$.

Le principe de la figure 3.5 est à savoir la retransmission itérative :

À la réception d'un message, un véhicule vérifie sa validité par rapport aux caractéristiques spatiales et temporelles de son contenu. Le véhicule compare sa localisation par rapport à la zone de dissémination du message. Celle-ci est calculée par rapport à la classe et aux coordonnées de collecte de l'information. Puis, le véhicule récepteur vérifie si l'information est encore valide dans le temps via son mode et la date de sa collecte. Si le message échoue à une de ces deux vérifications, il se verra éliminé. Sinon le véhicule récepteur prendra en considération l'information et vérifiera s'il est élu pour la retransmission du message. Si oui, il rediffuse le message sans rien changer à ses caractéristiques, mais en actualisant la liste des élus pour la future retransmission. Ceci, à condition que le véhicule élu n'ait pas déjà partagé ces mêmes informations à travers des messages envoyés, qui sont encore valides dans le temps.

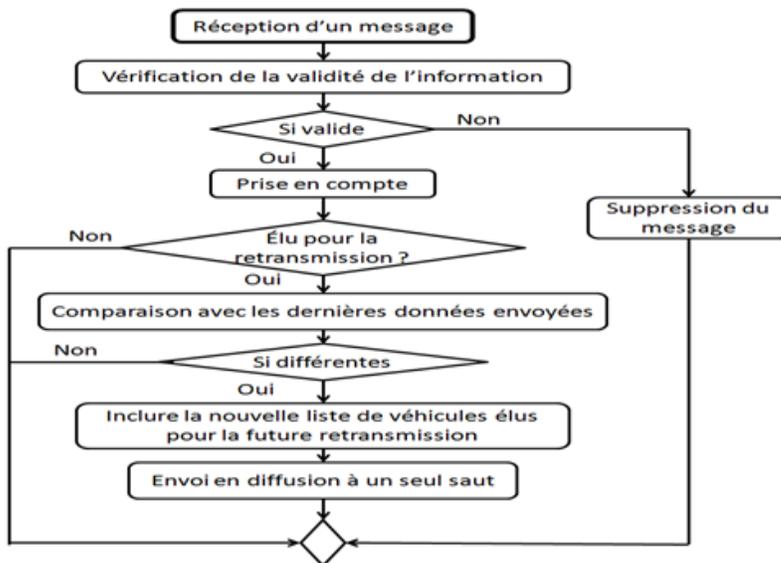


FIGURE 3.6 – Processus de réception et de retransmission

On peut modéliser notre situation dans ce cas par une fil d'attente tel que un véhicule i envoie le message à l'un de ces prédécesseurs (celui qui vérifie la condition $\max S_{ij}$) comme le montre la figure 3.6).

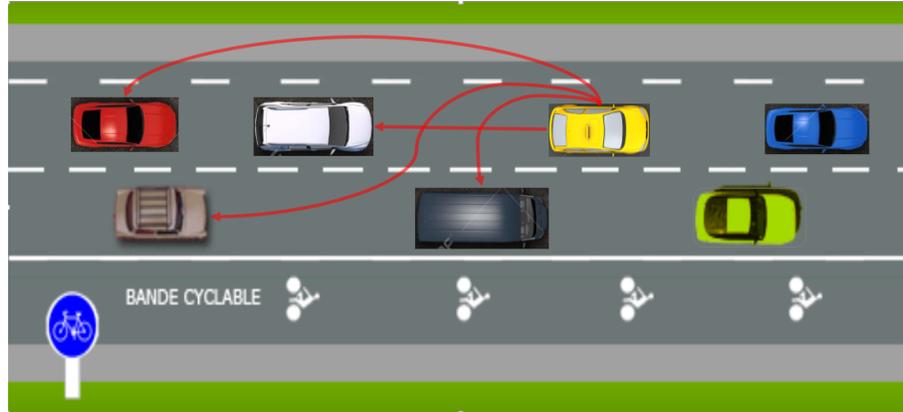


FIGURE 3.7 – Modélisation de la fil d'attente dans le cas $classe \neq 1$

Dans le cas où $classe=1$ le véhicule i diffuse l'information dans les deux sens comme le montre la figure 3.7.

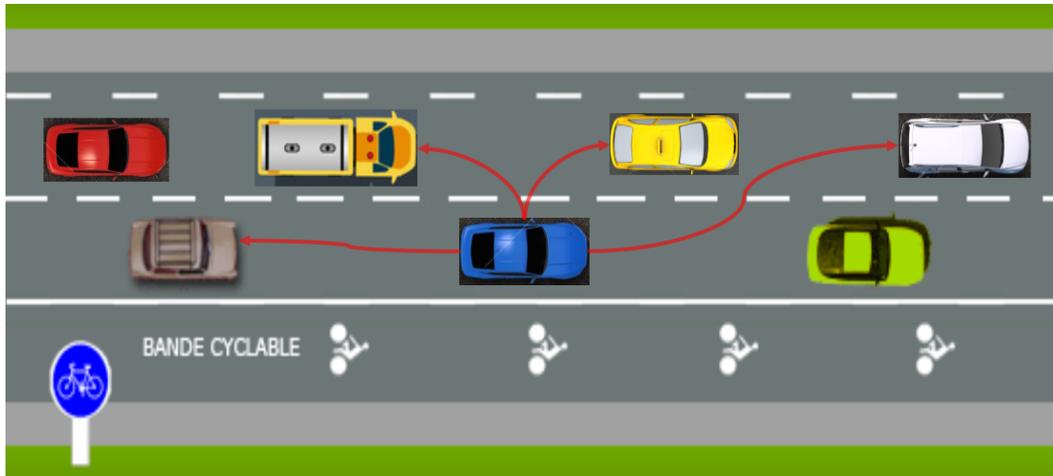


FIGURE 3.8 – Modélisation de la fil d'attente dans le cas $classe = 1$

3.11.2 Route a double sens

Nous utilisons deux approches pour modéliser ce cas : approche mésoscopique et l'approche automate cellulaire définie précédemment dans la section 3.4.2.

Alors ici dans ce cas nous nous intéressons à la dissémination de l'information d'un cluster

a un autre. Dans ce cas le véhicule i diffusera l'information en vérifiant d'abord si aucun des véhicules situant dans le même cluster n'a diffusé la même information. Si c'est le cas alors il diffusera l'information et seulement le véhicule qui a la plus grande probabilité de diffusion qui le responsable de retransmettre le message en dehors de cluster.

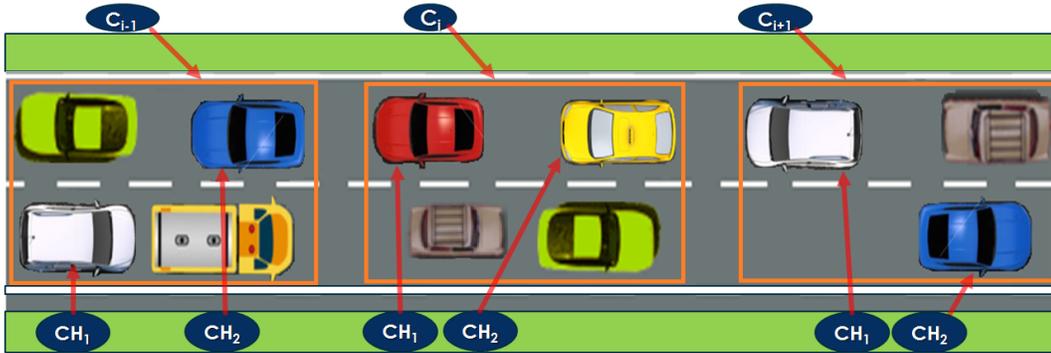


FIGURE 3.9 – Un modèle de partition de la route en des clusters

Dans notre cas nous exigeons d'avoir deux head clusters comme il est mentionné dans la figure 3.4. le CH1 de la C_i envoie l'information pour le C_{i-1} et le CH 2 envoie le message pour le C_{i+1} . Nous modélisons cette situation par une chaîne de Markov.

Notre chaîne comporte (k) clusters. Chacun d'entre eux représente un paquet de véhicules réunis selon les mêmes caractéristiques dans l'intervalle $[T_i, T_{i+m}]$ ou m représente un nombre aléatoire dépend de la mobilité des véhicule a l'intérieur du cluster. les probabilités de transition entre deux états dépendent des actions influant sur le cluster, tels que le positionnement de cluster head et les changement des voies, les vitesses des véhicules à l'intérieur du cluster.

la détection du mouvement inter clusters est un processus de *POISSON* de paramètre λ .

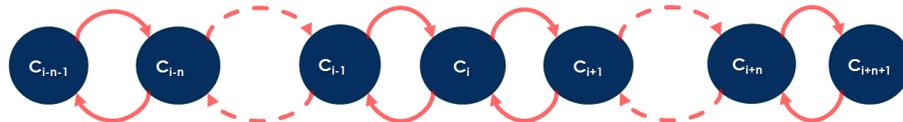


FIGURE 3.10 – Modélisation par chaîne de Markov de circulation dans une route a deux sens

3.11.3 Une intersection

Dans le cas où le véhicule rencontre une intersection. Le conducteur peut rencontrer un problème de visibilité et un grand risque de collision. Pour cela nous modélisons les véhicules venant des deux routes par deux files d'attente de priorité (FIFO) ou les clients sont les véhicules. Ces files d'attente FIFO ont une capacité finie, ce qui signifie qu'un certain nombre de véhicules par seconde peut y accéder, un véhicule à la tête d'une file d'attente de sortie ne peut rejoindre la file d'attente suivante que s'il y a de l'espace sur la route suivante. Pour qu'un véhicule entre dans une route il devra attendre jusqu'à ce qu'une place soit libérée sinon une collision va se produire. Notre algorithme est principalement basé sur le calcul de la trajectoire estimée : à chaque instant le véhicule peut estimer une éventuelle collision. Cette dernière se produit si au moins deux véhicules calculent leurs prochaines positions dans la zone rouge (région de collision ou de risque) en même instant t .

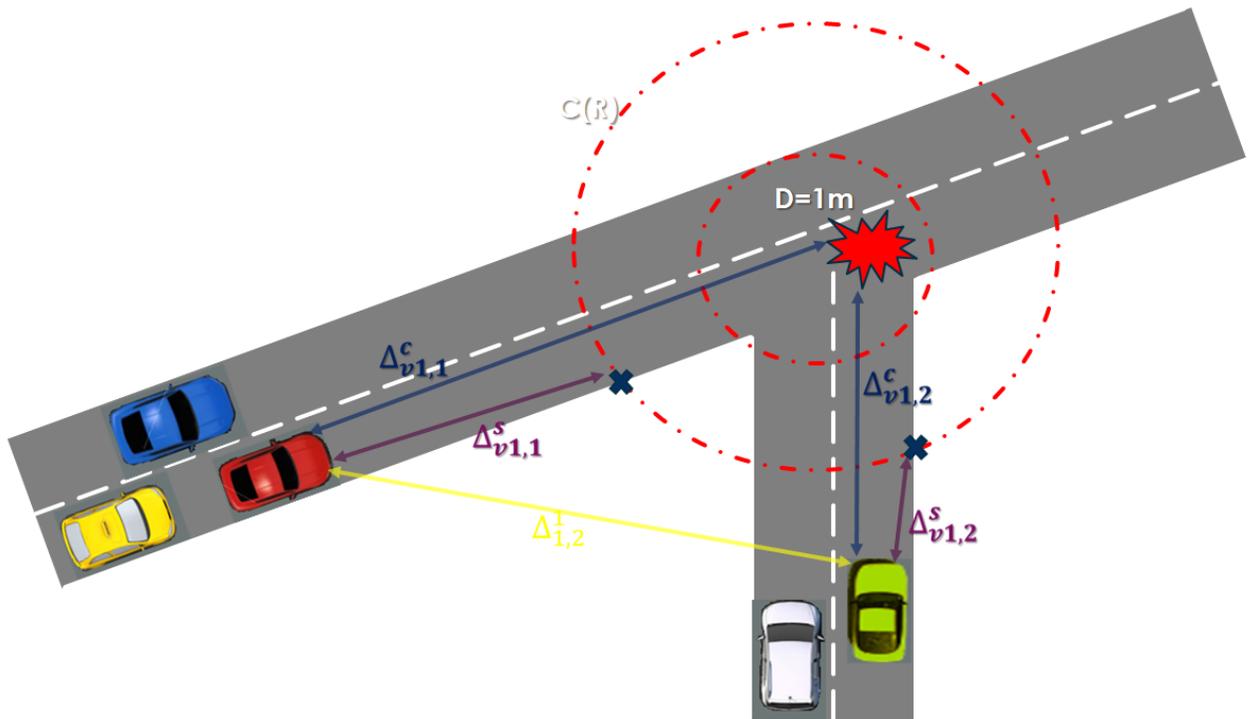


FIGURE 3.11 – Présentation et description de notre approche dans une intersection

Lorsque il s'agit d'une information simple (classe 2, 3, 4 ou 5), le véhicule choisit l'une des méthodes définie précédemment (soit à sens unique ou double sens). Le véhicule au cours de son déplacement en approchant à l'intersection, il entre dans un risque de collision. De ce fait il sera obliger de prendre précaution. Pour cela nous proposons l'algorithme pour savoir quand le véhicule rentre dans la zone de risque.

Soit V_j^1 le premier véhicule de la fils d'attente qui appartient a la route j .

$C(R)$ est la zone de risque (collision) de diamètre $D=1m$ autour de point R défini par (X_R, Y_R)

Δ_j^1 est la distance entre V_1^1 et V_2^1 on la calcule en utilisant la formule euclidienne.

La collision est fortement probable lorsque V_1^1 et V_2^1 trouvent leur prochaine position appartient à $C(R)$ c'est à dire $\Delta_j^1 < D$.

On va fixer une zone de risque, $C(R)$ aux alentours d'un point R c'est le point le plus probable pour la collision.

S_j le seuil de risque de la route j (la frontière de la zone de risque de la route j).

Δ_{v1j}^c est la distance entre le point de risque $C(R)$ et le premier véhicule de la file d'attente de la route j ,

Δ_{v1j}^s est la distance entre le point S_j et le premier véhicule de la file d'attente sur la route j .

pour modéliser cette situation avant d'arriver au seuil on a deux choix. soit par une file d'attente comme étant une route à sens unique. soit par la chaîne de Markov définie précédemment nous considérons une route à double sens.

ALGORITHME

Étape 1 : Déclaration des variables

$S_j = (x_{sj}, y_{sj}) :$ est les coordonnées de point de seuil de la route j.
 $\Delta_{sj}^c :$ est la distance entre le point de risque et le seuil de la route j
 $\Delta_{v1j}^c :$ est la distance entre le point de risque et le premier véhicule de la route j.
 $T_e :$ est la différence entre le premier trajectoire estimée et l'instant de calcul de cette trajectoire

Étape 2 : Détection de la trajectoire (calculé ces coordonnées) $(X_{T+m}, V_{t+m}, a_{t+m})$

$X_{t+m} = X_t + (V_{x,t} - v^*)T_e + \frac{1}{2}(a_{xt} - a^*)T_e^2$ Calcule des coordonnées sur l'axe des x
 $y_{t+m} = Y_t + V_{y,t}T_e + \frac{1}{2}a_{yt} * T_e^2$ Calcule des coordonnées sur l'axe des y
 $V_{x,t+m} = V_{x,t} + a_{xt}T_e - a * T_e$ Calcule de vitesse sur l'axe des x
 $V_{y,t+m} = V_{y,t} + a_{yt}T_e$ Calcule de vitesse sur l'axe des y
 $a_{x,t+m} = a_{x,t}$ Calcule de l'accélération sur l'axe des x
 $a_{y,t+m} = a_{y,t}$ Calcule de l'accélération sur l'axe des y

$\Delta_{v11}^{v12} = \sqrt{((X_{R1} - X_{R2})^2 + (Y_{R1} - Y_{R2})^2)}$ calcule de la distance entre les deux premiers véhicules de deux fils d'attente

Si $\Delta_{v11}^{v12} < D$ alors envoyer un message d'alerte à la collision aux premiers véhicules de la file d'attente de l'autre route

Étape 3 le choix de véhicule qui réagira pour éviter la collision

Si $\Delta_{v1j}^c < \Delta_{v2j}^c$ alors Δ_{v2j}^c qui va réagir pour éviter la collision (le véhicule le plus loin de point de collision celui qui va changer soit sa vitesse ou son angle) .

3.12 Comparaison entres les différents protocoles et notre proposition

Protocole	Avantages	Inconvenant
Broadcast	<ul style="list-style-type: none"> * Augmente le taux de délivrance * Améliore la vitesse d'acheminement. 	<ul style="list-style-type: none"> * La saturation du canal * Augmente la capacité d'accé au canal .
Géographique	<ul style="list-style-type: none"> * La sureté qu'un message atteint sa destination. 	<ul style="list-style-type: none"> * Plusieurs relayeur *La saturation du canal par les msg régulier de positionnement.
Orienté ressource du canal	<ul style="list-style-type: none"> * Diminuer le nombre des doublon * il cause des problème NP complé est occupé par un autre véhicule. 	<ul style="list-style-type: none"> *Accée et allocation des ressource aléatoire
Orienté priorité des messages	<ul style="list-style-type: none"> * elle donne une priorité pour l'accée au canal 	<ul style="list-style-type: none"> * Une faible qualité de service * elle n'assure pas la formation à temps réel
Le troc	<ul style="list-style-type: none"> * Une connaissance exacte des coordonnée et le comportement des voisins * Assure une formation à temps réel 	<ul style="list-style-type: none"> *il exige la coopérations entre les véhicules *Une faible relation entre les véhicules
Crédit vertual	<ul style="list-style-type: none"> * Il incite à la coopération *Assure une information à temps réel 	<ul style="list-style-type: none"> * Saturation du canal * Augmenter le nombres des doublon

TABLE 3.3 – Les informations diffusée dans un sens unique ou un double sens

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les réseaux de véhicules et les systèmes de transport intelligents n'en sont qu'à leurs balbutiements. Malgré toutes les évolutions dans le domaine des systèmes de transport intelligents, les communications dans les réseaux VANETs sont encore un domaine très actif, mais à ce moment, peu de protocoles de communication sont spécifiquement conçus pour les réseaux véhiculaires. Il faut donc encore une fois adapter des mécanismes et des protocoles spéciaux à ce contexte particulier et qui répondent aux exigences et spécificités de ces réseaux. La mise en œuvre réelle des réseaux véhiculaires fait de la simulation des scénarios réel le moyen le plus largement utilisé pour la conception et l'évaluation des solutions proposées. Le sujet abordé dans ce travail concerne la proposition et la modélisation d'une approche de dissémination de l'information dans un environnement véhiculaire, le concept de cette proposition est basé sur le type de la route et sur l'estimation de la trajectoire au sein de déplacement, l'alerte et l'évitement de collisions.

Après avoir présenté les principaux concepts des systèmes de transports intelligents (STI) : le contexte, le principe de fonctionnement, les services offerts par les STIS (les services liés à la sécurité routière, services liés à la congestion de trafics, services liés au confort du conducteur) et les domaines d'applications des STIs. Nous avons ensuite étudié les réseaux VANET en termes de leurs caractéristiques, les services offerts, les technologies de communications, les architectures de communication et les contraintes liés à ces réseaux et les problèmes rencontrés.

Dans la dernière étape de notre travail, nous avons proposé une nouvelle approche de dissémination dédié aux réseaux VANETs. Cette approche utilise la technologie de communication véhicule-à-véhicule (V2V Vehicle-to-Vehicle). Son principe est basé sur quatre étapes de base qui sont :

- La détermination de la trajectoire.
- La récolte et la classification des données.

- L'élection de véhicule relayeur et l'envoi de messages.
- La retransmission itérative du message d'après les caractéristiques de son contenu.

Le but de cette approche est de différencier la technique de choix de relayeurs en fonction de type de la route afin de minimiser le nombre de transmission, diminuer la charge de canal, la perte de l'information due à la collision des informations lors de la dissémination aveugle et assurer une information à temps réel. Cette approche permet aussi de détecter les collisions possible entre les véhicule et incite le conducteur à prendre précaution.

Fautes de temps, nous n'avons pas pu terminer l'évaluation des performances de notre approche que nous avons commencé à implémenter avec MATLAB. Ainsi nous mettons ça comme perspective avec bien sûr des améliorations en fonction des résultats de simulation.

- [1] Coopmac : A cooperative mac for wireless lans. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 25("2") :340—353, Fevrier 2007.
- [2] A. Adama. *Protocole de routage basé sur des passerelles, mobiles pour un accès Internet dans les réseaux véhiculaires*. PhD thesis, Université de Montréal, 2011.
- [3] A. Ahmed. *Un protocole de diffusion des messages dans les réseaux véhiculaires*. PhD thesis, Université de Montréal, 2011.
- [4] K. Ait Ali. *Modelling and performance study in VANET networks*. Theses, Université de Technologie de Belfort—Montbéliard, Nov. 2012.
- [5] T. Atéchian. *Protocole de routage géo multipoint hybride et mécanisme d’acheminement de données pour les réseaux ad hoc de véhicules*. PhD thesis, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon Bâtiment Blaise Pascal, 2003.
- [6] M. Bakhouya, J. Gaber, and M. Wack. Performance evaluation of dream protocol for inter-vehicle communication. In *2009 1st International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace Electronic Systems Technology*, pages 289–293, May 2009.
- [7] D. Bektache. *Application et Modélisation d’un protocole de communication pour la sécurité routière*. PhD thesis, Université Badji Mokhtar Annaba, 2014.
- [8] Y. Bi, H. Shan, X. S. Shen, N. Wang, and H. Zhao. A multi-hop broadcast protocol for emergency message dissemination in urban vehicular ad hoc networks. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(3) :736–750, March 2016.
- [9] N. Chaib. *La sécurité des communications dans les réseaux VANET*. PhD thesis, Université Elhadj Lakhdar, Batna, 2013.
- [10] O. Chakroune. *Techniques de contrôle de congestion et de dissémination d’informations dans les réseaux véhiculaires*. PhD thesis, Université de Sherbrook, 2015.

- [11] S. Chang and S. Lee. A study on distance-based multi-hop broadcast scheme for inter-vehicle communication. In *2013 International Conference on IT Convergence and Security (ICITCS)*, pages 1–4, Dec 2004.
- [12] M. Erritali. *Contribution à la sécurisation des réseaux ad hoc véhiculaires*. PhD thesis, Université Mohammed Vagdal Rebat, 2014.
- [13] N. Haddadou. *Vehicular ad hoc networks : towards efficient, collaborative and reliable data dissemination*. Theses, Université Paris–Est, June 2014.
- [14] B. Hadjer and B. Yasmina. Impact des modèles de mobilités sur les performances des protocoles de routage en milieu urbain réaliste dans les réseaux vanet (v2v). Master’s thesis, Université Abou Bakr Belkaide Tlemcen, 2014.
- [15] G. Korkmaz. Urban multi-hop broadcast protocol for inter-vehicle communication systems. Technical report, Conference : Proceedings of the First International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks, 2004.
- [16] U. Lee and M. Gerla. A survey of urban vehicular sensing platforms. *elsevier computer networks*, 2009.
- [17] M. Ashtiani and Q. Dongyu. Achieving fair cooperation for multi-hop ad hoc networks. Master’s thesis, QBSC, Queen’s University Kingston, Canada, 2010.
- [18] A. Palma, P. R. Pereira, P. R. Pereira, and A. Casaca. Multicast routing protocol for vehicular delay-tolerant networks. In *2012 IEEE 8th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)*, pages 753–760, Oct 2012.
- [19] J. Peng and L. Cheng. A distributed mac scheme for emergency message dissemination in vehicular ad hoc networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 56(6) :3300–3308, Nov 2007.
- [20] V. Raman and M. C. Caesar. A practical approach for providing qos in multichannel ad–hoc networks using spectrum width adaptation. In *GLOBECOM 2009 – 2009 IEEE Global Telecommunications Conference*, pages 1–6, Nov 2009.
- [21] M. Torrent Moreno, D. Jiang, and H. Hartenstein. Broadcast reception rates and effects of priority access in 802.11–based vehicular ad-hoc networks. In *Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks, VANET ’04*, pages 10–18, New York, NY, USA, 2004. ACM.

Résumé

Dans ce mémoire de Master, nous nous sommes intéressés à la dissémination des données dans les réseaux VANET (Vehicular Ad-Hoc Network); qui est un domaine de recherche d'actualité et contribue au confort et à la sécurité routière. Les collisions ou les accidents et leur prévention dans ce type de réseaux est une problématique très intéressante par sa dimension humaine et économique. Pour traiter cette problématique et suggérer des solutions adéquates, nous avons proposé une stratégie de dissémination qui est adaptée au type de la route et l'importance de l'information échangée et sa durée de vie, permettant d'éviter un processus de diffusion intensif, la redondance des messages et la saturation du réseau. L'objectif de notre proposition est d'inciter les conducteurs à réagir d'une manière rapide et efficace afin de prévenir les risques de collision, et d'éviter la saturation du canal et les doublons et assurer une dissémination à temps réel.

Mots-clés : les réseaux VANETs; la communication V2V; dissémination; la sécurité routière; collision,

Abstract

This is a postgraduate dissertation (Master Degree) in which we are interested on data dissemination in Vehicular Ad-Hoc Network or simply VANET; which is belonging to a topical area of research and contribute to comfort and road safety. The collision and its prevention in this type of network is highly interesting issue for its human and economic aspects. To deal with this problematic and suggest appropriate solutions, we have proposed a dissemination strategy which is adapted to the type of the road and the importance of the information exchanged and its lifespan, thus avoiding an intensive dissemination process, message redundancy and network saturation. The aim of our solution is to stimulate drivers to react in a quick and effective way to prevent the risk of collision.

Keywords : VANET networks; V2V communications; road safety; dissemination.