



UNIVERSITÉ KASDI MERBAH
OUARGLA



Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la communication

Département de l'Informatique et des Technologies de
l'Information

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Informatique fondamentale

Présenté par : *Benderradji Djihane, *Bouanane Isra.

Thème

**Une architecture IoV hétérogène pour le
transfert des données dans la
communication Véhicule-Infrastructure**

Soutenu publiquement le : 19/06/2022

Ce mémoire a été évalué par un jury composé de :

Dr. NadjetAzzaoui	Encadreur	Université d'Ouargla.
Dr. Boukhamla Akram	Examineur	Université d'Ouargla.
Dr. Cheradid Abdelatif	Examineur	Université d'Ouargla.

Remerciements

Nous adressons nos plus chaleureux remerciements,

Notre gratitude et notre reconnaissance à notre directrice de thèse, Mlle **AZAOUI NADJET**.

Nous la remercions pour son effort de fournir des conseils et des conseils au cours de notre travail.

Nous remercions sincèrement

Tous les enseignants, conférenciers et tous ceux qui ont participé avec nous, que ce soit par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques, ont orienté notre réflexion et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions au cours de nos études.

Tout merci à nos parents, que Dieu leur accorde longue vie, qui a toujours été derrière nous pour construire notre avenir.

Nous remercions nos sœurs et nos frères pour leurs encouragements.

Enfin, nous remercions nos amis qui ont toujours été là pour nous. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

À tous ces orateurs

Nous exprimons, nos remerciements

Notre respect et notre gratitude.

Djihane et Isra ...

Dédicaces

Je remercie Dieu qui m'a permis de faire cela.

Je dédie ce travail...

À mes parents, qui ont épargné leurs sacrifices pour que je construisse mon avenir.

Ainsi que leur soutien moral et matériel.

Que Dieu prolonge leur vie et les protège pour moi.

Mes chers frères : Charaf, Sidali, Baha et Bara

Mes chères sœurs : Marwa et Rofane

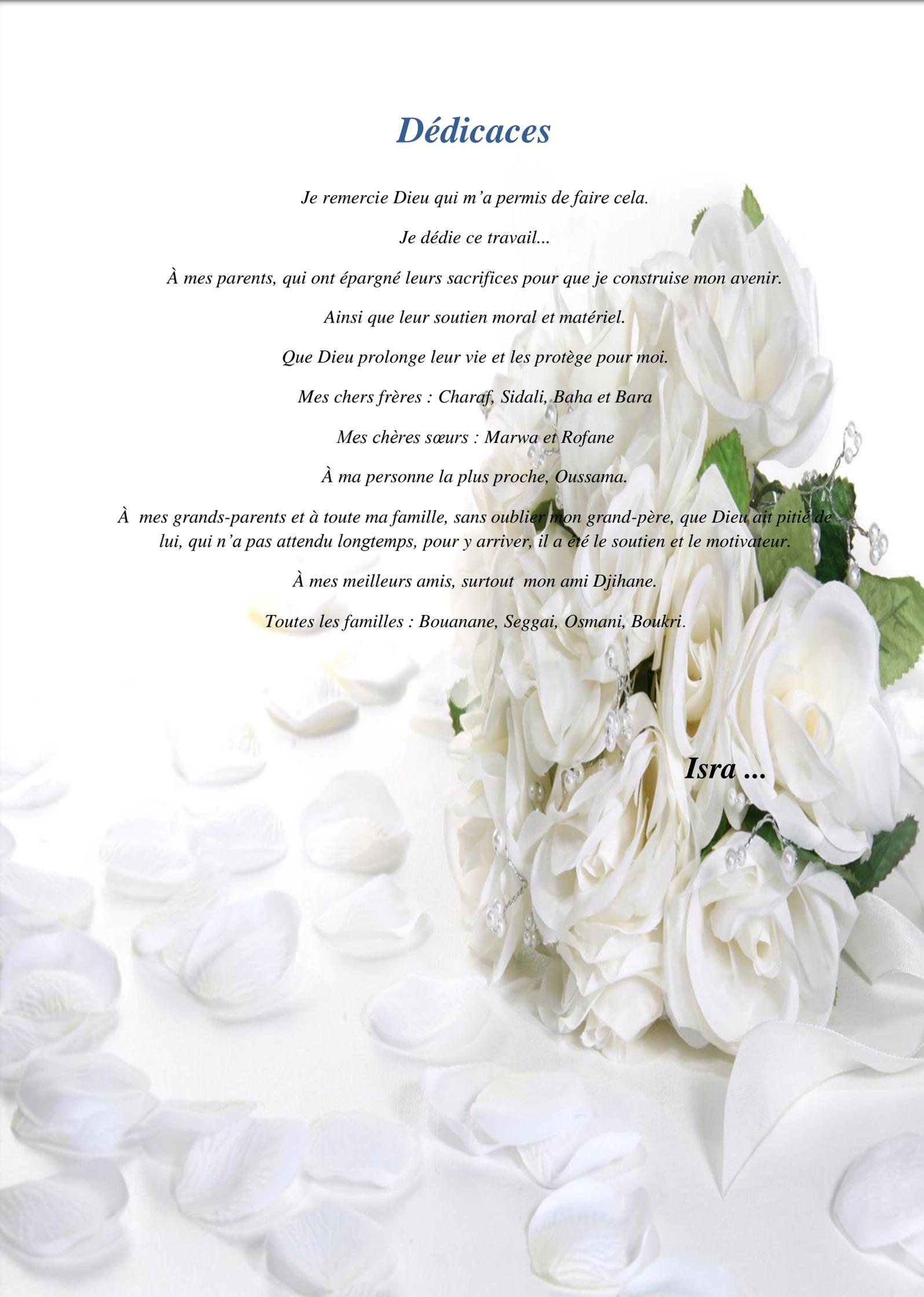
À ma personne la plus proche, Oussama.

À mes grands-parents et à toute ma famille, sans oublier mon grand-père, que Dieu ait pitié de lui, qui n'a pas attendu longtemps, pour y arriver, il a été le soutien et le motivateur.

À mes meilleurs amis, surtout mon ami Djihane.

Toutes les familles : Bouanane, Seggai, Osmani, Boukri.

Isra ...



Dédicaces

Je dédie ce mémoire

*À mes chers parents mon père Samir et ma mère Siaghi Abla
Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement.*

À mes frères Mahdi, Mofdi et Mosaab

Pour leur amour, leur encouragement, leurs conseils, leur soutien, leur confiance en moi

Mes chères sœurs Nourhane et Narimane

Pour leur amour, leur amitié et leur encouragement

À mon cher binôme Bouanane Isra

À mes amies et mes camarades

*Sans oublier tous les professeurs que ce soit de
Primaire, du moyen, du secondaire et l'enseignement supérieur*

Et à vous chers lecteurs

Djihane ...

TABLES DES MATIERES

Tables des matières	i
Liste des figures	iii
Liste des Tables	iii
Résumé	1
Introduction générale	3
Organisation du mémoire	4

Chapitre 1: Une vue générale sur les réseaux véhiculaires.

1. Introduction	5
2. Les réseaux véhiculaires	6
3. Les composants d'un réseau véhiculaire	6
3.1. Le véhicule intelligent	7
3.1.1. Unité d'application (AU)	8
3.1.2. Unité embarquée (OBU)	8
3.1.3. Autorité centrale (CA)	8
3.2. Les composants de la route	8
3.2.1. Les RSUs	8
3.2.2. Les stations de base	9
4. Internet des véhicules et l'évolution d'internet des objets	9
4.1. L'Internet des objets (IOT)	9
4.2. L'internet des véhicules (IOV)	10
4.2.1. Les types de la communication d'IOV	11
4.2.2. Les technologies de communication d'IOV	13
4.2.3. Les architectures d'IOV	15
4.2.4. Les domaines d'application	18
5. Conclusion	19

Chapitre 2: Revue de littérature sur la dissémination des données dans les réseaux IOV.

1. Introduction	20
2. La dissemination des données	18
2.1. La transmission des données basée sur le critère temporel	18
2.2. La transmission des données basée sur le type de données	19

2.3.	Les types des données	19
2.4.	Les approches de dissémination des données	20
2.4.1.	La diffusion.....	20
2.4.2.	La probabiliste.....	20
2.4.3.	La géographique.....	20
2.4.4.	Cluster.....	20
2.4.5.	Orientée ressources du canal.....	21
2.4.6.	Orientée priorité des messages	21
3.	Les travaux relatifs	22
3.1.	La dissemination de données basée sur dsrc.....	23
3.2.	La dissemination de données basée sur cellulaires technologies	23
3.3.	La dissemination de données basée sur hybrid technologies.....	24
4.	Conclusion	26

Chapitre 3: Modélisation et Simulation.

1.	Introduction	27
2.	L'environnement de travail	27
2.1.	Les programmes.....	27
2.1.1.	Virtuelle box	27
2.1.2.	Ubuntu	27
2.1.3.	Omnet++	28
2.1.4.	Sumo.....	28
2.2.	Les frameworks	28
2.2.1.	Veins.....	28
2.2.2.	Inet.....	28
2.2.3.	Simu5g.....	28
3.	Processus de simulation	29
3.1.	L'intégration des programmes et des frameworks.....	29
3.2.	Les preparation de dossier « x_map »	30
3.3.	La communication omnet++ et sumo.....	33
3.4.	L'implication de la technologie dsrc	34
3.5.	L'implication de la technologie lte (5g).....	35
3.6.	Le clustering	34
5.	Conclusion	40
	Conclusion générale.....	41
	Bibliographie	42

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Réseau véhiculaire.....	6
Figure 2: Les composants d'un véhicule intelligent.....	7
Figure 3: L'internet des objets.....	10
Figure 4: Les réseaux véhiculaires Ad-Hoc.....	11
Figure 5 : Les types de la communication d'IOV.....	11
Figure 6 : Les technologies de communication d'IOV.	13
Figure 7 : Exemple de composants structurant un cluster.....	21
Figure 8 : Classification des approches de dissémination existantes.....	22
Figure 9 : Manhattan d'OpenstreetMap.....	30
Figure 10: Map-manhattan.osm.xml.	30
Figure 11: La simulation en SUMO.	32
Figure 12: La simulation en OMNeT++.....	32
Figure 13 : La communication de type V2V.	33
Figure 14 : La communication de type I2I.....	33
Figure 15 : La communication de type V2I.....	34
Figure 16 : Schéma de principe simplifié de la technique de Clustering.....	35
Figure 17 : La forme de beacon.....	35
Figure 18 : La formation de Cluster et Cluster Head.....	36
Figure 19 : La forme de WEA.....	36
Figure 21 : Evaluation des performances en termes de taux de livraison de paquets.....	39

LISTE DES TABLES

Tableau 1 : Les avantages/ Les inconvénients d'IoT.....	10
Tableau 2 : L'architecture de trois couches.	14
Tableau 3 : L'architecture de quatre couches.	14
Tableau 4 : L'architecture de cinq couches.....	15
Tableau 5 : L'architecture de sept couches.	15
Tableau 6 : L'architecture de multi-couches.	16
Tableau 7 : Les applications d'IOV.	17
Tableau 8 : Comparaison entre quelques approches de diffusion des données.	25

ABRÉVIATIONS

AU	:	Application Unit
CA	:	Central Authority
CH	:	Cluster Head
CM	:	Cluster Member
C2X	:	Communication-to-Everything
DAB	:	Digital Audio Broadcasting
DSRC	:	Dedicated Short Range Communications
DVB	:	Digital Video Broadcasting
GSM	:	Global System for Mobile-communication
GPS	:	Global State Routing
GW	:	Gateway Cluster
HSPA+	:	High Speed Packet Access+
IEEE802.11	:	Institute of Electrical and Electronics Engineers 802.11
IOE	:	Internet Of Everything

IOT	:	Internet of Things
IOV	:	Internet of Vehicle
IP	:	Internet Protocol
ITS/STI	:	Intelligent Transport System
LTS	:	Long Term Support
LTE	:	Long Term Evolution
MAC	:	Medium Access Control
MANET	:	Mobile Ad-hoc Network
MBWA	:	Mobile Broadband Wireless Access
OBU	:	On-Board Unit
PDA	:	Personal Digital Assistant
RDS	:	RadioData System
RSU	:	Road Side Unit
SCF	:	Store-Carry-Forward
TA	:	Trusted Authority

UMTS	:	Universal Mobile Telecommunications System
VANET	:	Vehicular Ad-hoc Network
VB	:	Virtually Box
VM	:	Virtual Machine
V2I	:	Vehicle-to-Infrastructure
V2G	:	Vehicle-to-Grid
V2P	:	Vehicle-to-Person
V2R	:	Vehicle-to-Roadside
V2V	:	Vehicle-to-Vehicle
V2X	:	Vehicle-to-Everything
WAVE	:	Wireless Access in Vehicular Environment
WEA	:	Alarmes d'Emergence sans fil
WIMAX	:	Worldwide Interoperability for Microwave Access
4G	:	4-Generation

5G : **5-Generation**

Résumé

L'Internet des Véhicules (IoV) est une vague nouvellement apparue qui fait converger l'Internet des Objets (IoT) dans les réseaux de véhicules pour bénéficier d'une connectivité internet omniprésente. Malgré divers efforts de recherche, les réseaux de véhicules s'efforcent toujours d'atteindre un débit de données plus élevé, une connectivité transparente, une évolutivité, une sécurité et une qualité de service améliorée, qui sont les principaux catalyseurs de l'IoV en présence de plusieurs problèmes, notamment des collisions de messages et des tempêtes de diffusion. Il devient encore plus critique d'étudier de nouvelles architectures de conception pour réaliser un transfert de données efficace et fiable lorsqu'il s'agit de gérer l'infrastructure de communication d'urgence. Notre projet propose une architecture de réseau hétérogène incorporant plusieurs interfaces sans fil (par exemple, Communication Dédicée à Courte Portée (DSRC), Quatrième Génération/Evolution à Long Terme (4G/LTE) et Cinquième Génération (5G)) installé sur l'unité de bord. Cette architecture de réseau hétérogène tente de répondre aux exigences de connectivité omniprésente pour les réseaux ad hoc véhiculaires (VANET) afin de les rendre évolutifs et adaptables pour IoV prenant en charge une gamme de services d'urgence. L'architecture utilise un mécanisme de Clusters pour sélectionner un expéditeur de données fiable pour un transfert de données efficace dans une communication de Véhicule à Infrastructure (V2I), via la meilleure interface sans fil disponible pour prendre en charge la connectivité transparente requise.

Mots-clés : VANET, DSRC, LTE (4G/5G), CLUSTER, IOT, IOV.

Abstract

The Internet of Vehicles (IoV) is a newly emerged wave that is converging the Internet of Things (IoT) in vehicle networks to benefit from ubiquitous internet connectivity. Despite various research efforts, vehicle networks are still striving to achieve higher data throughput, seamless connectivity, scalability, security, and improved quality of service, which are major enablers of IoV in presence of several issues including message collisions and broadcast storms. It becomes even more critical to investigate new design architectures to achieve efficient and reliable data transfer when it

comes to managing the infrastructure of emergency communications. Our project proposes a heterogeneous network architecture incorporating multiple wireless interfaces (e.g. Dedicated Short Range Communication (DSRC), Fourth Generation/Long Term Evolution (4G/LTE), and Fifth Generation (5G)) installed on the unit on board, this heterogeneous network architecture attempts to address the pervasive connectivity requirements for vehicular ad hoc networks (VANETs) to make them scalable and adaptable for IoV supporting a range of emergency services. The architecture uses a Clustering mechanism to select a reliable data sender for efficient data transfer in Vehicle-to-Infrastructure (V2I) communication, via the best wireless interface available to support the seamless connectivity required.

Keywords: VANET, DSRC, LTE (4G/5G), CLUSTER, IOT, IOV.

ملخص

إن إنترنت المركبات (IoV) هي موجة ظهرت حديثاً تعمل على تقريب إنترنت الأشياء (IoT) في شبكات المركبات للاستفادة من الاتصال بالإنترنت في كل مكان. على الرغم من الجهود البحثية المختلفة، لا تزال شبكات المركبات تسعى جاهدة لتحقيق إنتاجية أعلى للبيانات، والاتصال السلس، وقابلية التوسع، والأمان، وتحسين جودة الخدمة، وهي عوامل تمكين رئيسية للـ IoV في ظل وجود العديد من المشكلات بما في ذلك تصادم الرسائل وعواصف البث وهي أكثر أهمية للتحقيق في بنيات التصميم الجديدة لتحقيق نقل بيانات فعال وموثوق عندما يتعلق الأمر بإدارة البنية التحتية لاتصالات الطوارئ. يقترح مشروعنا بنية شبكة غير متجانسة تتضمن واجهات لاسلكية متعددة (على سبيل المثال، اتصالات مخصصة قصيرة المدى (DSRC)، الجيل الرابع / التطور طويل المدى (LTE /4G)، والجيل الخامس (5G)) مثبتة على متن البنيات التحتية. تحاول بنية الشبكة غير المتجانسة هذه معالجة متطلبات الاتصال المنتشرة للشبكات المخصصة للمركبات (VANETs) لجعلها قابلة للتطوير وقابلة للتكيف مع IoV التي تدعم مجموعة من خدمات الطوارئ. تستخدم البنية آلية تجميع لتحديد مرسل بيانات موثوق به لنقل البيانات بكفاءة في الاتصال من السيارة إلى البنية التحتية (V2I)، عبر أفضل واجهة لاسلكية متاحة لدعم الاتصال السلس المطلوب.

كلمات البحث: VANET, DSRC, LTE (4G/5G), CLUSTER, IOT, IOV

Introduction générale

L'internet des véhicules est un réseau de véhicules utilisé pour échanger des informations via diverses technologies d'accès radio. L'échange d'informations peut se produire entre véhicule et un autre, véhicules à unité en bord de route, véhicule à piéton, véhicule à infrastructure, véhicule à tout (X). **IoV** est considéré comme une pile complète de **VANET**. L'une des principales préoccupations associées au Système de Transport Intelligent (**STI**) est l'augmentation des embouteillages, en particulier dans les scénarios urbains, qui ont un impact sérieux sur la sécurité, la consommation d'énergie, la pollution de l'air, les nuisances sonores et le temps de déplacement. Par conséquent, il est nécessaire d'optimiser, de contrôler et de surveiller les flux de véhicules au profit des utilisateurs du monde entier. Les progrès continus dans l'industrie du transport ont conduit au développement de véhicules connectés, qui constituent les principaux catalyseurs des **STI** [52]. Par conséquent, le concept de **VANET** s'est transformé en un concept intelligent d'**IoV**. **IoV** a été développé pour permettre diverses applications en plus des capacités actuelles de détection de véhicule pour la sécurité routière et le contrôle de la circulation des véhicules. Certaines applications incluent l'avertissement de collision, l'évitement de collision et le diagnostic du véhicule. Les communications **V2X** ont amélioré la collaboration entre les piétons, les infrastructures et les véhicules, promettant ainsi de réduire de 85% les accidents de la route, favorisant ainsi les secteurs de l'automobile pour des systèmes de transport intelligents et plus sûrs. Dans **IoV**, les véhicules collectent des données de l'environnement facilitant les autres véhicules pour le contrôle de la pollution, le contrôle du trafic et la navigation en toute sécurité. Cependant, la communication peut être améliorée par des technologies de communication sans fil avancées compatibles avec les applications conventionnelles et à venir de **VANET**. Parmi les technologies de communication sans fil disponibles, le **DSRC** et les réseaux cellulaires sont considérés comme les technologies potentielles en cause de leurs énormes avantages [20]. Le **DSRC** offre une faible latence adaptée aux applications de sécurité, mais présente des problèmes de dégradation de la liaison en raison d'obstacles et également de collisions de canaux en raison de la forte densité de véhicules. En revanche, les réseaux **LTE** ont une large plage de couverture et prennent en charge les applications de bande passante nécessitant des débits de données et une fiabilité plus élevée. Cependant, il présente des retards élevés, ce qui entraîne des intervalles de temps de transmission élevés et peut ne pas convenir aux applications de sécurité. Pour prendre en charge un large éventail d'applications de transport routier et garantir la sécurité dans les environnements routiers, l'intégration de **DSRC** et de **LTE** est nécessaire pour améliorer les services **V2X** pour les futurs **STI** [44].

Notre projet propose une architecture de réseau hétérogène incorporant plusieurs interfaces sans fil (**DSRC**), (**4G/LTE**) et (**5G/LTE**) installé sur l'unité de bord. L'architecture utilise un mécanisme de Clustering pour sélectionner un expéditeur de données fiable pour un transfert de

données efficace dans une communication de Véhicule à Infrastructure(V2I), via la meilleure interface sans fil disponible pour prendre en charge la connectivité transparente requise.

ORGANISATION DU MEMOIRE

Ce mémoire est organisé comme suit : nous avons commencé par **une introduction générale** où on a introduit notre thème de recherche ainsi que les objectifs de notre travail. Dans **le premier chapitre**, nous présenterons les réseaux véhiculaires. Dans la première partie de ce chapitre, nous allons présenter les différentes notions sur le **VANET**. La deuxième partie décrit l'**IoV**, ses architectures, ses technologies de communication et ses domaines d'application. Dans **La deuxième chapitre**, on a présenté la dissémination des données et ses notions, des travaux relatifs au **VANET** et/ou **IoV**, tout en faisant une étude comparative de ces travaux. Aussi, nous allons tirer **les conclusions** utiles pour la suite. Dans **le troisième chapitre**, nous allons proposer une simulation pour expliquer notre travail et nous allons présenter son processus qui fait en plusieurs étapes et nous donnerons les résultats. Enfin, nous allons conclure notre mémoire par **une conclusion générale**.

Chapitre

1

Une vue générale sur les réseaux véhiculaires

1. INTRODUCTION

Au cours des dernières années, on a observé l'intérêt croissant envers l'accessibilité et le stockage des informations de manière sécurisée, en particulier, envers des approches innovantes utilisant les services à distance accessibles depuis les appareils mobiles à travers le monde. Parallèlement, la voiture est devenue le mode de transport le plus utilisé, mais malheureusement, il est accompagné d'un certain nombre de problèmes (accidents, violation, embouteillages, etc.). Ces problèmes ont incité les fabricants et les chercheurs à améliorer la sécurité des systèmes de transport, à développer des technologies de communication et à stocker nos informations afin d'offrir des routes et une conduite plus sûre. L'émergence de ce réseau a coïncidé avec l'émergence du concept de l'internet des objets, qui rend tout connecté les uns aux autres et en même temps avec internet, de sorte que les deux domaines ont fusionné et le concept de **IOV** est apparu, où le véhicule avait une structure spéciale caractérisée par l'intelligence et tout en fournissant aux composants de la route des technologies de communication de grande capacité. Ce domaine a des caractéristiques indépendantes et il est appliqué dans différentes applications [37].

Dans ce chapitre, nous aborderons en détail tous les concepts généraux que nous avons mentionnés précédemment liés aux réseaux véhiculaires, nous allons commencer par la présentation de réseaux véhiculaires et ses composants (véhicule intelligent, les composants de la route). Par la suite, on a présenté la définition d'**IOT**, d'**IOV** (son architecture, ses technologies de communication et ses domaines d'application). Enfin, nous avons conclu par une conclusion.

2. LES RESEAUX VEHICULAIRES

Un réseau véhiculaire ou **VANET** (Vehicular Ad-hoc Network) est une classe particulière des réseaux mobiles Ad-hoc (**MANET**) où les nœuds mobiles de réseau **VANET** sont des véhicules (intelligents) équipés de calculateurs, de carte réseau et capteurs qui permet la communication entre les unités d'équipements de très haute technologie. Comme tout autre réseau Ad-hoc, les véhicules peuvent communiquer entre eux pour échanger les informations sur le trafic ou avec des stations de base placées tout au long des routes, par exemple pour demander des informations ou accéder à internet. Donc on observe deux types principaux de communication **V2V** est entre les véhicules et **V2I** est entre ces derniers et les sites fixes (infrastructures) situés aux bords des routes qui échangent des alertes et des données (ex : vidéo) selon des technologies sans fil (**DSRC/LTE**) généralement celles appartenant à la famille **IEEE802.11**. Les réseaux véhiculaires sont considérés comme des **STI** (Systèmes de Transport Intelligent) dont l'objectif est de réduire l'embouteillage et d'améliorer la sécurité et l'efficacité routière, en fournissant des informations propices aux conducteurs, etc. [30].

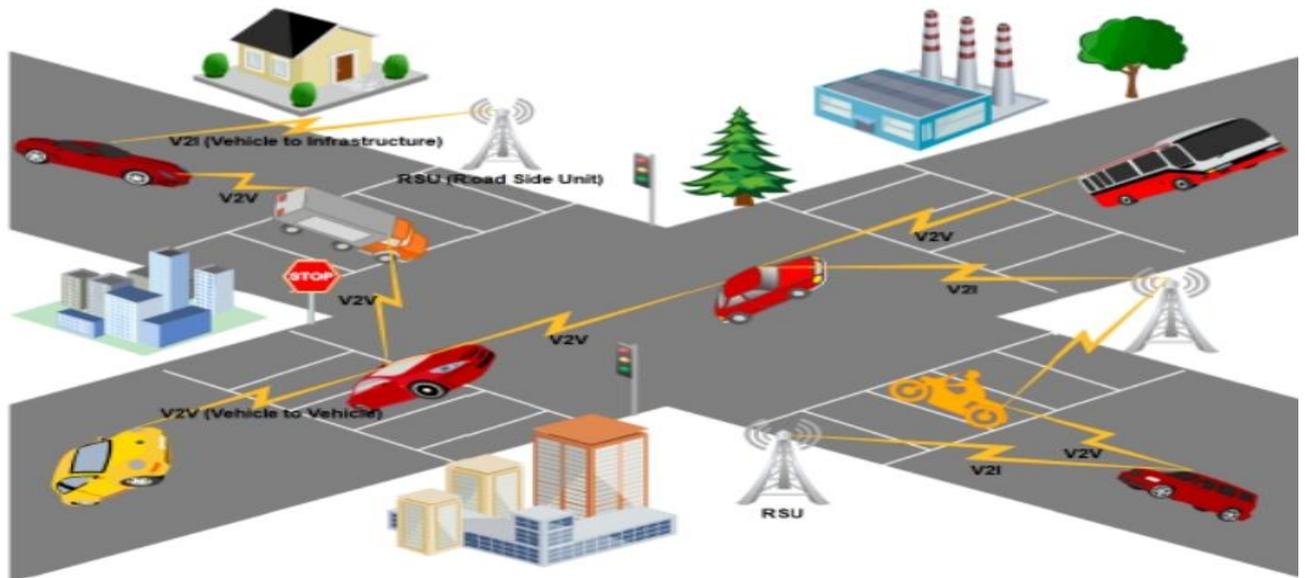


Figure 1: Réseau véhiculaire [63].

3. LES COMPOSANTS D'UN RESEAU VEHICULAIRE

Dans le domaine des réseaux Ad-hoc, les nœuds communiquent entre eux à l'aide des principaux composants électroniques nécessaires. Dans ce paragraphe, nous décrivons l'architecture complète d'un réseau **VANET**.

3.1. LE VEHICULE INTELLIGENT

Le véhicule intelligent est un véhicule avec des nombreuses appareils électroniques importantes installés telles que des capteurs et des unités de calcul qui gèrent et traitent les informations entrantes. Ces parties permettant des communications avec les autres véhicules ou avec l'infrastructure, identifier et envoyer/recevoir des messages sur le réseau, enregistrer des paramètres et des événements importants durant la circulation telle que la vitesse, les comportements de la conduite et autres [16]. Ces parties sont :

- **Enregistreur de données d'événement (EDR)** : utilisé pour enregistrer es paramètres importants : vitesse, accélération, évènements importants (accidents...). ces données peuvent être utilisées pour les reconstructions des évènements.
- **Système de positionnement** : localisation de véhicules.
- **Radar arrière** : est un système qui donne une visibilité complète de ce qui se passe à l'arrière d'un véhicule. Sur certains modèles, il aide le conducteur à stationner le véhicule.
- **Plateforme informatique** : procession des entrées provenant des différentes composantes utilisées, générer des informations utiles à échanger avec d'autres véhicules ou avec l'infrastructure.
- **Afficher (display)** : ensemble d'équipements proposés en option par le constructeur à l'acheteur d'un véhicule, et dont composition ne peut être modifiée.
- **Radar avant** : détection des obstacles (<200m).
- **Facilité de communication.**

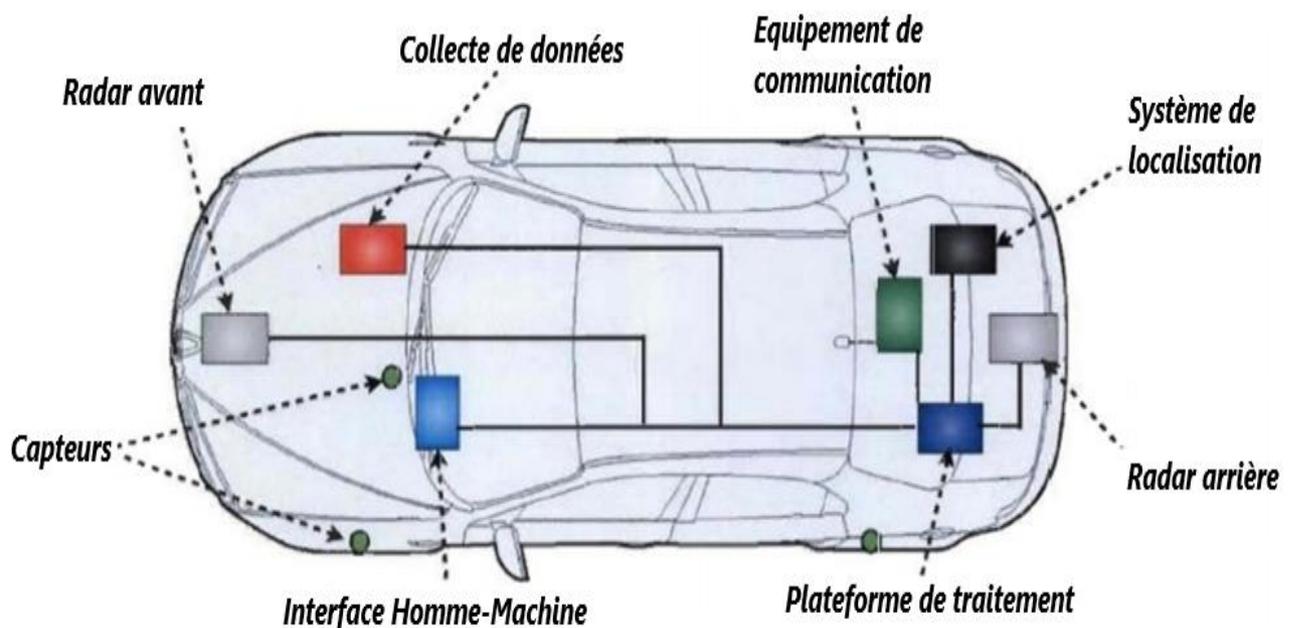


Figure 2: Les composants d'un véhicule intelligent [64].

Les principaux composants nécessaires pour établir des communications dans un réseau véhiculaire **VANET** sont les suivants :

3.1.1. UNITÉ D'APPLICATION (AU)

L'**AU** est un dispositif électronique installé dans les véhicules pour assurer les communications avec l'Autorité de Confiance (**CA**), et une entité dédiée qui exécute des applications et utilise les capacités de communication pour connecté à l'**OBU** (plusieurs **AU** sont autorisés sur un seul **OBU**). Une **AU** peut être connectée dynamiquement au réseau embarqué par les conducteurs ou les passagers. Il peut également s'agir d'un Appareil Portable ou un **PDA** [36].

3.1.2. UNITÉ EMBARQUÉE (OBU)

L'**OBU** est un dispositif installé dans les véhicules intelligents avec un ensemble de composants logiciels pour calculer et afficher toutes les informations nécessaires de localisation, partager et échanger des données, etc. Il met en œuvre la pile de protocoles de communication et fournit des services de Communication **C2X** aux **AU**, ses principales fonctions et procédures comprennent l'accès radio sans fil, le routage géographique ad hoc, le contrôle de la congestion du réseau, la prise en charge de la mobilité **IP**, etc. [16].



3.1.3. AUTORITÉ CENTRALE (CA)

Le **CA** (Central Authority) représente l'autorité de confiance dans le réseau véhiculaire **VANET**. Le **CA** joue le rôle d'un serveur qui assure la sécurité des différents services tels que la délivrance des certificats, des clés de communication et le stockage de certaines données [04].

3.2. LES COMPOSANTS DE LA ROUTE

3.2.1. LES RSUs

Les **RSUs** (Road Side Unit) sont des dispositifs installés au bord de la route jouant le rôle d'un point d'accès afin d'assurer les communications avec l'infrastructure et échanger les informations relatives à l'état du trafic routier avec les utilisateurs de la route, sont les subordonnés des **TAs** [16].



3.2.2. LES STATIONS DE BASE

Les Stations de Base(**SB**) sont des équipements installés sur un site et muni d'une antenne émettrice-réceptrice avec lequel communiquent les appareils mobiles, pour avoir accès à un réseau de télécommunications, elles sont respectivement désignées par les termes **BTS**, **NodeB** et **eNodeB** [01].



4. INTERNET DES VEHICULES ET L'EVOLUTION D'INTERNET DES OBJETS

Avec le l'évolution de l'internet des objets, la présence d'internet est devenue une nécessité dans toutes les industries, ce qui a contribué à la création de l'internet des véhicules qui est essentiel dans l'intelligence des transports [49]. Pour cela nous présentons l'**IOV** et l'**IOT** comme suit :

4.1.L'INTERNET DES OBJETS (IOT)

L'internet des objets est une technologie de pointe dans le domaine des technologies de l'information, également appelée Internet of Everything (IOE). C'est le résultat du développement d'internet d'une manière qui n'a pas été prise en compte en raison de sa lente progression au début. L'internet est simplement un réseau de réseaux qui sont reliés par des fils et des liaisons sans fil, et sous lesquels se trouvent un groupe de liens qui forment l'épine dorsale qui rend le monde entier à notre portée. L'émergence du terme internet des objets permettra aux choses qui nous entourent d'être connectées à internet, telles que les maisons et leurs appareils, les rues, les champs agricoles, les feux de signalisation, etc [18]. Et ici, nous pouvons diviser les éléments de l'internet des choses en quatre éléments, qui sont les choses (voitures, téléphones, bâtiments...), les données (Big data), les processus et les utilisateurs, et chaque processus sera automatisé par les organismes sans nécessiter d'intervention humaine dans chaque petite et grande chose. Et tout cela est fait selon les conditions et exigences de base, telles que la disponibilité des adresses internet de gestion (**IP**), etc. Comme exemple réel de cette technologie, une goutte d'eau tombe et les systèmes de surveillance de la pluie ou des fuites d'eau envoient une alerte aux autorités concernées qu'un orage arrive ou qu'une fuite d'eau majeure est possible, où les capteurs envoient leurs données vers le réseau puis de celui-ci vers les réseaux de trafic et ces derniers dialoguent avec les systèmes énergétiques, et tout cela en quelques fractions de seconde sans intervention humaine pour assurer la protection de l'homme et la préservation de sa qualité de vie naturelle. Ne sois plus un choix pour nous, mais est plutôt devenu la façon dont le monde va, malgré la présence de certains aspects négatifs [39].

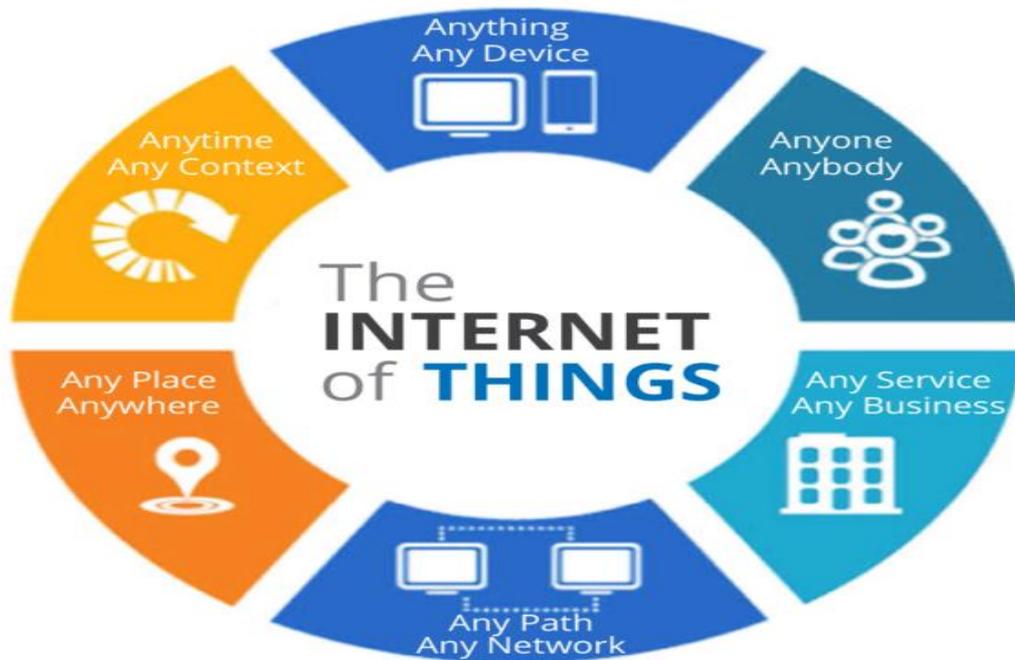


Figure 3: L'internet des objets [68].

Dans le tableau suivant, nous mentionnons certains des avantages et des inconvénients de l'internet des objets.

Tableau 1 : Les avantages/ Les inconvénients d'IoT.

Les avantages	La possibilité d'accéder aux informations de n'importe où, à tout moment et sur n'importe quel appareil.
	Améliorer la communication entre les appareils électroniques connectés.
	Transférer des paquets de données sur un réseau connecté, ce qui permet d'économiser du temps et de l'argent.
Les inconvénients	Perte ou vol possible d'informations.
	La possibilité de traiter avec un grand nombre d'appareils et cela constitue un grand défi.
	S'il y a une erreur dans le système, il est possible que tous les appareils qui y sont connectés soient endommagés.

4.2.L'INTERNET DES VÉHICULES (IOV)

IOV est une intégration de trois réseaux : un réseau inter-véhicules, un réseau interne, et réseau internet mobile pour les voitures. Basé sur le concept de trois réseaux combinés en un seul, nous définissons l'internet des véhicules comme largement distribué système de communication sans fil et d'échange d'informations entre le véhicule **V2X** (**X** : véhicule, route, humain, internet...) selon les protocoles de communication convenus et normes d'interaction de données (par exemple,

WAVE et standard technologies cellulaires potentielles). C'est un réseau intégré pour soutenir l'intelligence gestion du trafic, service d'information dynamique intelligent et véhicule intelligent control, qui est une application typique de la technologie Internet des Objets (IOT) [55].

Dans Système de Transport Intelligent (STI), la technologie IOV est conçue pour résoudre de nombreux problèmes affectant la communauté automobile, notamment sécurité routière, consommation d'énergie, pollution de l'environnement, embouteillages et résolu par promouvoir l'objectif d'un minimum d'accidents, d'une faible consommation d'énergie, de faibles émissions, et à haut rendement grâce au développement de l'automobile et des transports le système. La technologie IOV facilitera la normalisation compatible des humains et des véhicules leurs habitudes et l'environnement [37].

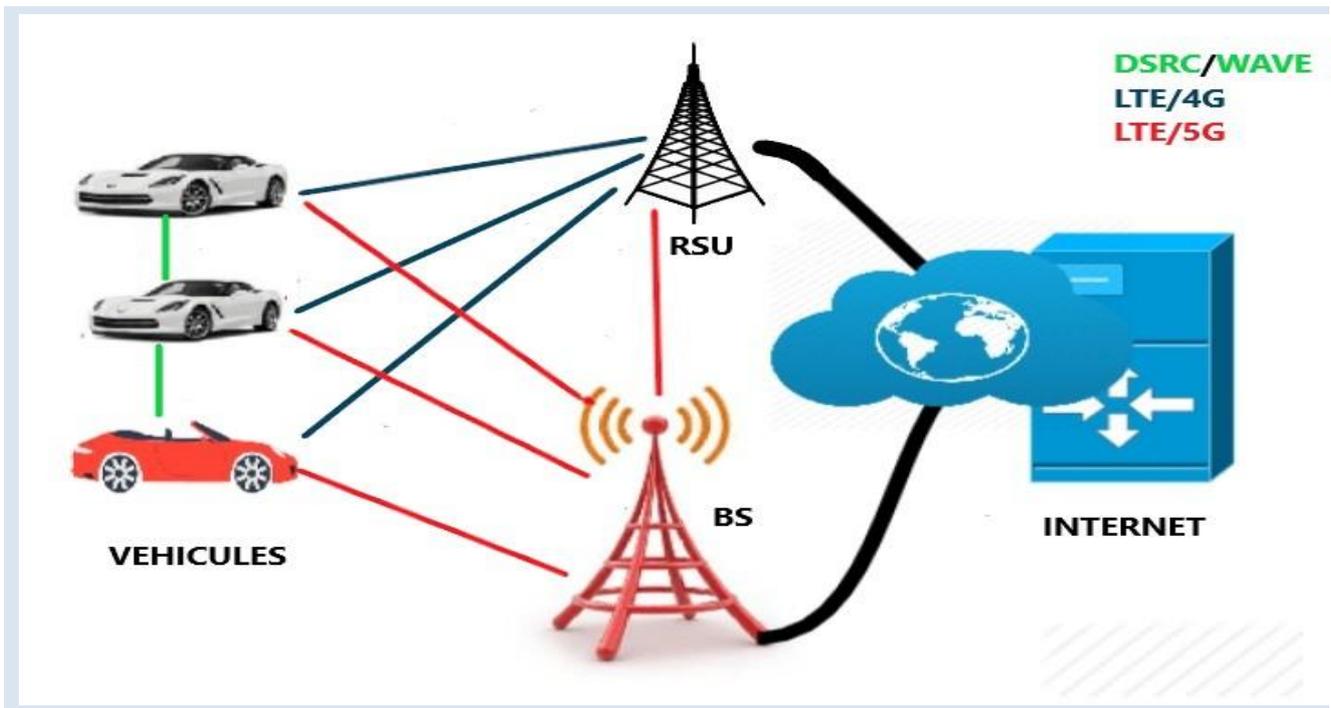


Figure 4: Les réseaux véhiculaires Ad-Hoc [65].

4.2.1. LES TYPES DE LA COMMUNICATION D'IOV

Les réseaux de véhicules peuvent être classés en plusieurs types de structures, en fonction de la capacité des usagers de la route à accéder aux données et à les partager.

📶 V2V

Les communications de Véhicule à Véhicule (V2V) sont des communications entre véhicules en mode Ad-hoc. Dans ce mode, un véhicule peut recevoir, transmettre ou échanger avec d'autres véhicules des informations routières telles que les conditions de circulation et les accidents de la route [26].

V2I

Utilisé pour diffuser entre l'infrastructure du réseau et les véhicules, et pour l'échange d'informations utiles sur les conditions routières et les mesures de sécurité à prendre en compte. Dans ce mode, un véhicule établit une connexion avec **RSU/SB** pour se connecter et communiquer avec des réseaux externes tels que l'internet, les liaisons **V2I** sont moins vulnérables aux attaques et nécessitent plus de bande passante que les liaisons **V2V** [49].

V2P

Le réseau véhicule à piéton établit une communication directe entre un véhicule et le piéton. Le champ d'application du **V2P** peut également s'appliquer à d'autres usagers de la route vulnérables comme les cyclistes. Des signaux sont émis si ces piétons se sont localisés à proximité du véhicule automobile. Les alertes avertissent les conducteurs des piétons qui s'approchent ou informent les piétons eux-mêmes de la voiture. Sans les infrastructures routières intelligentes (feux de signalisation, capteurs, caméras), une connexion **V2P** stable ne peut pas être réalisée [19].

V2G

La communication véhicule-réseau (**V2G**) est un système dans lequel les véhicules électriques communiquent avec le réseau électrique pour restituer l'électricité au réseau ou réguler le taux de charge du véhicule. Ce sera un élément dans certains véhicules électriques comme les modèles enfichables et est utilisé comme modulateur de réseau électrique pour ajuster dynamiquement la demande d'énergie [54].

V2R

Dans ce type de communication, les véhicules sont capables de communiquer avec une infrastructure fixe le long de la route afin de fournir des services de communication et d'information à l'utilisateur. Lors de la communication d'un véhicule à un autre afin d'envoyer des informations, la communication entre les voitures proches se fait par une technique **V2V** comme pour les voitures éloignées, on utilise **V2R** d'où le nom de cette technologie. La connectivité véhicule-route (**V2R**) est une stratégie importante pour améliorer les performances des réseaux dédiés aux véhicules (**VANET**) [31].

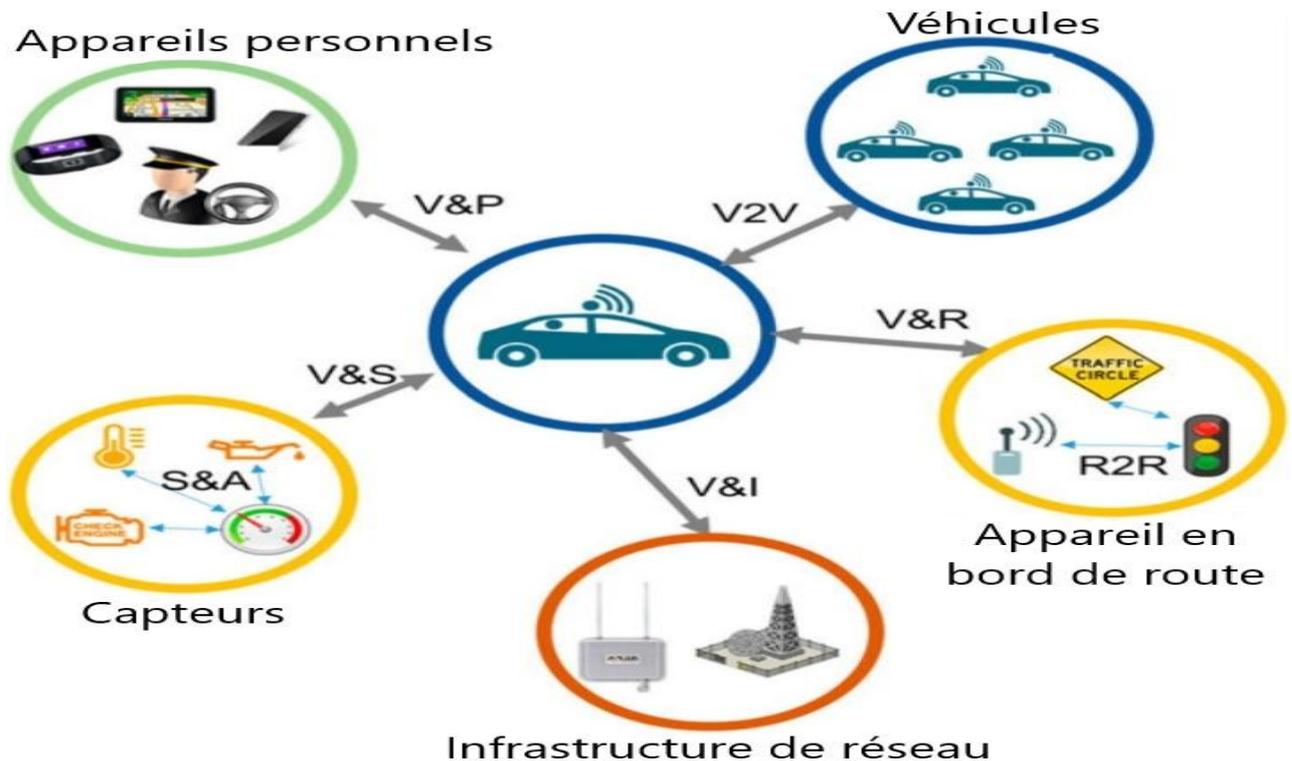


Figure 5 : Les types de la communication d'IOV [66].

4.2.2. LES TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION D'IOV

Pour la communication entre les véhicules, il existe de nombreuses technologies, notamment :

Bluetooth

Est une technologie qui principalement utilisé pour créer un réseau personnel (**PAN**), et peut être utilisé aussi pour prendre en charge les applications **V2V** et **V2I** par rapport à d'autres applications. Cependant, il ne peut pas être utilisé pour les applications de sécurité des bâtiments en raison de son débit lent, de sa courte zone de couverture et de sa sensibilité aux inférences atmosphériques [47].

Wifi

Est un protocole de technologie de réseau local sans fil à courte portée, basé sur la norme de réseau **IEEE802.11**, fonctionnant sur une fréquence radio sans licence de 2.4 GHz, offrant des débits de données élevés allant jusqu'à 150 Mbps [43].

DSRC

« Dedicated Short Range Communication » en Anglais ou bien la communication dédiées à courte portée, est un radiocommunication à sens unique ou double sens, et à courte ou moyenne portée, spécialement conçues pour les systèmes de transport intelligent c'est-à-dire il utilisé pour décrire la communication entre deux véhicules dans un réseau **VANET** a équipé d'une unité intérieure (**OBU**) avec prise en charge des normes ce qui lui permet de partager des informations et

des données avec d'autres véhicules. Le sigle **DSRC** désigne aussi l'ensemble de protocoles et de normes mis en jeu dans ce type de communication [08].

ZigBee

ZigBee utilise la bande 2.4 GHz sans licence pour transmettre des données à un débit de 250 kbps jusqu'à 70 mètres. Il utilise également les bandes de fréquences inférieures de 915 MHz pour prendre en charge des taux de transfert de données de 40 kbps. Respectivement, cette technologie consomme peu d'énergie [41].

WIMAX

Interopérabilité Mondiale pour les Micro-ondes Access désigne un standard de communication sans fil, il est surtout utilisé comme système de transmission et d'accès à internet à haut débit, portant sur une zone géographique étendue. Ce terme est également employé comme label commercial à l'instar du **Wifi** et ils le choisi car c'est l'une des technologies de la prochaine génération [40] [03].

MBWA

L'EEE802.20 ou l'accès sans fil haut débit mobile a été développé pour fournir un accès internet sans fil aux appareils très mobiles. Il prend en charge la mobilité jusqu'au véhicule vitesse de 250 km/h. Il prend également en charge des transferts manuels fluides et rapides [42].

LTE (4G/5G)

Est un acronyme pour « Long-Term Evolution », c'est une nouvelle norme pour le réseau sans fil, les réseaux actuels les plus modernes utilisent la norme **HSPA+** comme de quatrième ou cinquième génération (**4G/5G**) [48].

Microwave

Est une technologie de communication sans fil en visibilité directe qui utilise des faisceaux d'ondes radio à haute fréquence pour fournir des connexions sans fil à haut débit capables d'envoyer et de recevoir des informations vocales, vidéo et de données. Cette norme utilise une fréquence comprise entre 0.3 GHz et 300 GHz et transmet des données jusqu'à 16 Gbps sur de longues distances [53].

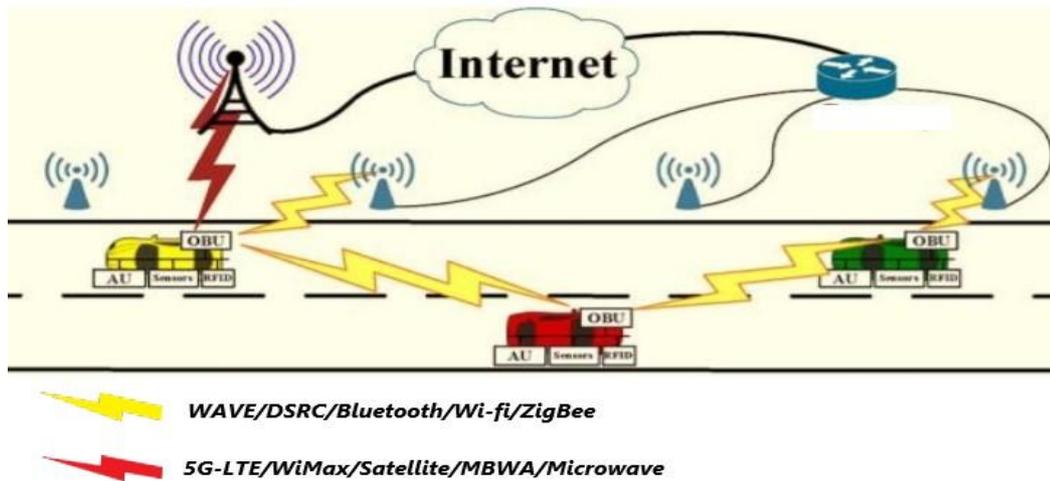


Figure 6 : Les technologies de communication d'IOV [69].

4.2.3. LES ARCHITECTURES D'IOV

L'un des plus grands défis pour les chercheurs sur internet des véhicules est d'accéder à des architectures permettant une intégration transparente de tous les composants (véhicules, capteurs, actionneurs, communications, infrastructures en bordure de route, appareils personnels et personnes). Ce défi consiste à concevoir une architecture composée d'un nombre idéal de couches avec une grande capacité à effectuer les tâches requises. Nous mentionnons les architectures qui ont été conçues et expliquons la différence entre elles.

✚ Architecture à trois couches

Plusieurs propositions ont été faites par les chercheurs sur l'architecture à trois couches, ils les défini comme suit :

La première couche est la couche de client tous consiste tous les capteurs à l'intérieur et à l'extérieur responsables de la vitesse, de la position, de la pression des pneus, de la pression d'huile, de la proximité, des niveaux de pollution, du bruit, de la détection des collisions, des obstacles avant, des obstacles latéraux.

La deuxième couche est la couche de connexion qui assure l'interopérabilité avec tous les réseaux disponibles pour prendre en charge tous les modèles de communication (**V2V**, **V&R**, **V&P**, **V&I**).

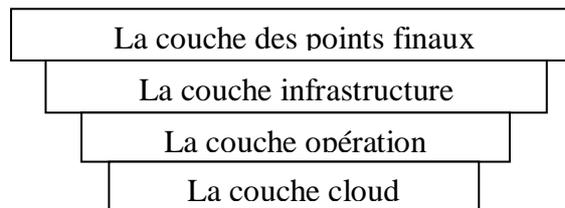
le troisième couche est la couche de cloud qui fait tous les traitements des données nécessaires pour satisfaire toutes les exigences des véhicules comme le stockage de données, l'analyse et la recherches de l'information et d'autres [07].

Tableau 2 : L'architecture de trois couches.

Couche de client	Couche véhicule	Couche de la zone réseau
Couche de connexion	Couche localisation	Couche de communication IP et itinérante
Couche de cloud	Couche cloud	Couche d'application IOV

✚ Architecture à quatre couches

Cette architecture est décrite par Bonom et CISCO, elle basée sur 4 couches, la couche des points finaux couvre les véhicules, les logiciels et la communication **V2V**, la couche infrastructure définit toute les technologies qui permettent des connections entre tous les acteurs de l'**IoV**, la couche opération surveille l'application de la politique et la gestion basée sur les flux, la dernière couche est la couche cloud pour spécifie les différents types de cloud (cloud public, cloud privé, cloud entreprise) [22].

Tableau 3 : L'architecture de quatre couches.

✚ Architecture à cinq couches

En 2016, Kaiwartya et Coll proposent une architecture à cinq couches qui inclut une couche de perception est de recueillir des informations concernant le véhicule, l'environnement de la circulation et les appareils à partir des capteurs et des actionneurs intégrés dans les véhicules. Elle est également responsable de la transformation électromagnétique et de la transmission sécurisée des données perçues à la couche de coordination, la couche coordination est conçu pour l'objectif de transférer les informations perçues de la couche inférieure sont transférées en toute sécurité à la couche d'intelligence artificielle, le rôle principale de cette couche est de traiter les différentes structures d'informations reçues à partir de réseaux hétérogènes et de se réassembler en structure unifiée qui peut être identifiée et traitée dans chaque réseau de candidats, la couche de l'intelligence artificielle la couche intelligence artificielle est représentée par l'infrastructure cloud virtuelle qui est responsable du stockage, du traitement et de l'analyse des informations reçues de la couche inférieure et de la prise de décision sur la base de l'analyse critique, elle est également considéré comme le cerveau du **IoV** en raison de la multiplicité des services qui répondent aux exigences des systèmes de transport intelligents, la couche d'application la couche application offre les services intelligents basées sur une analyse critique des informations traitées par la couche **IA** pour la sécurité routière et l'efficacité à l'info divertissement multimédia et les applications utilitaires web, les applications de cette couche représente les efforts déployés dans la recherche et les développements en **IoV**. Enfin la couche des affaires développe des stratégies qui peuvent être utilisées pour évoluer un modèle d'entreprise à partir de l'analyse statistique [07].

Tableau 4 : L'architecture de cinq couches.

Perception	Capteur et actionneur de véhicule, RSU, dispositifs personnel.
Coordination	Hétérogène réseau(Wave, Wifi ,3G, LTE).
L'intelligence artificiel	Cloud computing, grande analyse de donnée, système expert.
Application	Application intelligente pour les véhicules intelligents.
Affaires	Graphique, organigramme, tableau, diagramme.

Architecture à sept couches

Jun et Sharli ont proposé une architecture de sept couches qui permettent une liaison transparente de toutes les composantes du réseau et le déploiement des données dans un environnement **IoV** , la première couche est la couche de l'interaction utilisateur qui gère les interaction entre le véhicule et le conducteur, la deuxième couche est la couche d'acquisition des données, la troisième couche est la couche de traitement pour traiter les données qui sont collecté par la couche d'acquisition, la quatrième couche est la couche de communication qui sélectionne le réseau optimal pour transmettre les informations collectées, la cinquième couche la couche est de gestion pour l'interopérabilité et les fournisseurs de service réseau, la couche six est la couche métier qui fait les fonctions de stockage et de l'analyse des données, de plus elle définit les stratégies d'affaires, enfin la couche de sécurité qui gère l'authentification, l'autorisation et la compatibilité de toutes les transactions [28].

Tableau 5 : L'architecture de sept couches.

L'interaction	Avec l'utilisateur, gère les notifications, sélectionne la meilleur interface interaction.
Acquisition	Collucte des données de différentes sources, conversion de données électromagnitique.
Traitement	Filtre les données collectées, classifie les données capturées, diffusion des données.
Communication	Coordonne un environnement réseau hétérogène, sélectionne le meilleur réseau en fonction de différents profil.
Gestion	Gère différents fournisseurs de services réseau, fournit l'interopérabilité.
Affaires	Stockages, processus, analyse des données, définit des stratégies pour les modèles commerciaux.
Sécurité	

Architecture à multi couches

L'architecture à multi couches vise à intégrer les appareils personnels, les véhicules, les capteurs, les actionneurs, les technologies et l'environnement à travers un modèle embarqué et un modèle environnemental, elle consiste de 4 couches dans la dimension de calcul intelligent (3 couches hiérarchiques de calcul Fog, couche de cloud computing), de 3couches pour la dimension d'analyse de Big Data en temps réel(couche de desserte, couche de lots, couche de vitesse) et de 6

couches pour la dimension **IoV** (couche de perception, couche réseau d'infrastructure, couche de communication, couche d'application, couche métier) [22].

Tableau 6 : L'architecture de multi-couches.

Multi couches	
Les modèles de communication	L'architecture de la couche
V2I, V2V, V2S, V2P, V2R, R2R, R2P, S2A, V2X.	Perception, Fog computing (3niveaux), cloud-computing, service, lots, vitesse, réseau d'infrastructure, IA, communication, application, entreprise.

4.2.4. LES DOMAINES D'APPLICATION

Les applications de sécurité routière

Le but des applications de sécurité routière de **VANET** est d'éviter ou de réduire le nombre d'accidents de la route. Ce type d'application est sensible au temps donc elle inclut toutes les informations importantes liées à la route pour assurer une bonne gestion du trafic routier. Par exemple, en cas d'accident, tous les véhicules proches du danger doivent être alertés en envoyant des notifications d'urgence à un centre d'appels qui transmet la notification aux intervenants d'urgence ; Chaque fois qu'un accident se produit, il déclenche un système de notification pour envoyer des messages d'urgence aux intervenants d'urgence. Ces notifications peuvent contenir l'emplacement prédit par le véhicule **A**, un appareil compatible **GPS** [02]. On peut classer ces applications selon cinq catégories :

- **Evitement des collisions d'intersections** ; ex : assistant de mouvement de la signalisation d'arrêt.
- **Sécurité publique** ; ex : signal préemption des véhicules d'urgence.
- **Extension de la signalisation** ; ex : avertissement de mauvaises façons au conducteur.
- **Diagnostic et maintenance des véhicules** ; ex : avis de rappel de sécurité.
- **Informations provenant d'autres véhicules** ; ex : alerte de l'état de la route [11].

Les applications de confort

Dans cette catégorie, les conducteurs peuvent recevoir des informations de services véhiculaires qui peuvent aider le conducteur pendant le voyage en le rendant plus confortable et agréable. Normalement, les exigences d'application typiques sont la fiabilité et disponibilité fournissant les informations au bon moment dont le conducteur a besoin. Ce type d'application comprend : les applications d'accès au réseau internet, de partage des fichiers et des données avec d'autres conducteurs, les applications de la localisation des stations de service (restaurants, hôtels, stations d'essence...) [45].

✚ Les applications commerciales

Actuellement, les voitures intelligentes équipées de technologies de pointe créent une véritable concurrence entre les constructeurs automobiles dans le commerce et la publicité. En fait, ce type d'application commerciale peut fournir aux conducteurs des services de divertissement prenant en compte la dynamique et la mobilité des véhicules et des personnes dans VANET et la synchronisation entre eux, comme accéder au web pour effectuer des achats ou vendre en ligne, contrôler la maison, etc. [16].

Tableau 7 : Les applications d'IOV.

Application	Informations sur l'application			
	Communication	Type de message	Portée ou positionnement	Priorité
Feux de freinage d'urgence électronique	V2V	Événementiel, diffusion limitée dans le temps	300 m	Haute
Alerte de collision (intersection)	V2I V2V	Diffusion périodique permanente	Positionnement précis	Haute
Détection pré-accident	V2V	Diffusion périodique, unicast	50 m	Haute/ Moyenne

5. CONCLUSION

En raison des nombreux problèmes observés dans le domaine du système de transport intelligent. Il a mis en avant les réseaux de véhicules et pour cela nous avons apporté une vision technique de ces réseaux, le concept de l'internet des objets et sa relation avec les systèmes de transport intelligent, qui sont apparaitre le concept d'internet des véhicules. Aujourd'hui, avec l'augmentation des études dans ce domaine, on s'attend à ce que d'autres technologies meilleures et plus précises émergent dans un proche avenir.

Chapitre

2

Revue de littérature sur la dissémination des données dans les réseaux IoV

1. INTRODUCTION

La dissémination des données est un point très important à ne pas négliger dans les réseaux sans fil, avec/ou sans infrastructure. De nombreuses recherches ont été orientées vers les techniques de dissémination pour assurer une bonne transmission des données dans les réseaux véhiculaires, en particulier si le réseau **VANET**, **IoV** s'étend sur plusieurs kilomètres, ou si le délai de transmission et le taux de perte de paquets augmentent avec l'augmentation de la fréquence. Il existe plusieurs catégories de dissémination de données dans les réseaux véhiculaires [45].

Dans ce chapitre, nous présentons la dissémination des données, sa technique et ses approches (la diffusion, la probabiliste, la géographique...). Par la suite, nous citons quelques travaux relatifs à la dissémination des données basée sur communication dédiée à courte portée technologies, cellulaires technologies et hybrida technologies (WIFI/DSRC/WAVE/LTE cellulaires...). Enfin, nous avons conclu par une conclusion.

2. LA DISSEMINATION DES DONNEES

La dissémination des données dans les réseaux de véhicules est un élément essentiel de diverses applications. Sans surprise, de nombreuses technologies ont été développées dans ce domaine telles que : Unicast, Multicast et Broadcast, et ces technologies peuvent également être distinguées en **IoV** comme dépendantes de la présence d'infrastructure et d'autres qui ne dépendent d'aucun support de cette dernière. Afin de faire correspondre les types de données courants, la dissémination des données est couramment utilisée pour la sécurité des chauffeurs routiers, la coordination et l'acheminement des applications de données en temps réel, et ces données se rapportent à une cible de véhicule importante et sont ensuite promises à être retransmises pendant de longues périodes. En général, la forme imperceptible de dissémination des données constitue une réaction risquée car elle conduit à de multiples réceptions des données créant des grandes interférences et des pressions [50].

2.1. LA TRANSMISSION DES DONNEES BASEE SUR LE CRITERE TEMPOREL

La stratégie de dissémination des données tient compte des types d'informations à partager et il prend en compte les exigences de qualité de service pour l'application considérée. Il y a deux options possibles concernant le critère de temps, le premier est transmission des données collectées

en temps réel, afin de respecter les contraintes temps réel d'applications de sécurité. L'inconvénient de cette option est la grande redondance des données qui en résulte, ce qui entraîne une congestion du réseau. La deuxième option retarde l'envoi de messages entre véhicules à intervalles réguliers et transcrit synthèses des données capturées lors des déploiements, en vue de réduire la quantité de données envoyées et n'envoie un message que si c'est important pour le destinataire. Cependant, cette solution n'est pas compatible avec les besoins des applications en temps réel, en raison de ses retards et du risque de résurrection incomplète [13].

2.2. LA TRANSMISSION DES DONNEES BASEE SUR LE TYPE DE DONNEES

Certaines stratégies de dissémination des données s'adaptent aux types d'informations qu'ils partagent en les catégorisant selon leur importance et le délai de livraison, elle comme des lettres avis d'urgence ou d'accident. Ces messages sont courts mais nécessitent vitesse de transmission élevée pour assurer un service en temps réel. Une classe de ceux-ci se compose de messages d'alerte pour attirer l'attention du conducteur, tels que les messages d'assistance au conducteur. Ces messages sont plus importants que les autres catégories. Une autre catégorie comprend les messages liés au leadership collaboratif, qui ont été communiqués par un exemple de la densité et de la vitesse moyenne d'une route. Ces messages sont les moins la gourmandise en terme de qualité de service. Malgré ces catégories, la question de leur utilisation dans la stratégie de diffusion reste ambiguë en raison de la grande variété d'informations parmi les véhicules [25].

2.3. LES TYPES DES DONNEES

Il existe de nombreux types de données, qui classifient comme suit :

❖ Les messages « Beacon »

Sur la généralité incontinent éventualité, ce standard pour télégramme contient incontinent informations relatives aux informations et de l'état existant due voiture (position, vitesse, supervision, etc.), lequel sont diffusées de constant et régulièrement, c'est-à-dire d'un moment précise et sont essentiellement utilisées à aider l'identification pour le faubourg. Ce standard pour télégramme masséter seul personnage important sur la généralité incontinent protocoles pour acheminement et pour sûreté [15].

❖ Les messages d'alerte

Ces messages sont envoyés sur l'objectif d'avertir les autres véhicules, pour diverses urgences et catastrophes dans l'autoroute (accident, bouchon, informations météorologiques, déplacement d'une voiture pour secourisme, etc.), afin pour se prodiguer incontinents plaisirs dû moment à refaire la bobonne condamnation. Ce standard pour télégramme assistance d'optimiser la dissémination crayon et la sûreté routière [29].

❖ Les autres messages

Les entités due canalisation véhiculaire dépourvu cours peuvent bavarder incontinents messages d'une utilisation pour l'envoi, pour courriel, etc. Ces messages ne sont émis qu'un veuf coup pour encore les véhicules peuvent bavarder incontinents messages multimédias, ce lequel rend l'autoroute minimum ennuyeuse et simple [38].

2.4. LES APPROCHES DE DISSEMINATION DES DONNEES

2.4.1. LA DIFFUSION

L'un des moyens les plus utilisés pour publier des données dans les VANETs est la diffusion. Elle s'utilise en un seul saut. Un message envoyé par un véhicule de transport est transmis par diffusion à tous ses voisins immédiats, puis est renvoyé par chacun de ses voisins pour parvenir au destinataire [16]. Cette approche ne nécessite aucune avancée des informations sur les voisins de la voiture afin qu'elle lui permette d'ignorer l'absence de ses voisins ou en ignorant les informations inexacts sur l'architecture du réseau. Cette approche augmente le taux, la vitesse de livraison et de transmission des données s'est améliorée, avec une amélioration recevez plusieurs copies des messages qui arrivent via plusieurs chemins. Mais, cette approche accroît la concurrence pour l'accès au canal de communication et l'utilisation de la bande passante, qui n'est pas autorisée à croître, et cela génère un trafic important sur le réseau. [34].

2.4.2. LA 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. [25].

2.4.3. LA GEOGRAPHIQUE

Cette politique de publication est basée sur les informations de localisation des véhicules reçus dans les messages de contrôle, qui sont diffusés périodiquement dans le réseau, lorsqu'elle adopte une approche proactive, ou est déployée à la demande, lors d'une approche réactionnelle [05]. Chaque véhicule met régulièrement à jour un tableau contenant historique des emplacements de ses voisins, afin qu'elle puisse diriger ses messages par le plus court et ainsi réduire les délais de livraison. Pour ça le véhicule le plus proche du ou des destinataires est sélectionné chaque saut. Cette approche permet également de cibler une gamme de composés grâce à les coordonnées géographiques, ainsi que les applications destinées à avertir les conducteurs de risques de collision aux intersections, par ex [25].

2.4.4. CLUSTER

Le cluster est un type de méthode d'apprentissage non supervisé de l'apprentissage automatique qui vise à regrouper les nœuds du réseau (véhicules) en groupes, en donnant au réseau structure hiérarchique. Ce mécanisme est assez important, car lorsque le réseau est partitionné en groupes ce dernier devient plus facile à gérer, chaque cluster est composé de trois types d'entités, la tête de cluster, les membres et les nœuds passerelles. La tête ou bien chef du cluster (Cluster Head : CH) est un nœud leader, ce nœud peut être sélectionné en fonction d'une métrique spécifique ou d'une combinaison de métriques [09]. Certains paramètres peuvent inclure l'emplacement géographique, la densité, le degré, la mobilité d'un nœud, etc. Il permet des communications intra-Cluster (entre

les nœuds dans le même cluster) et communications inter-Cluster (avec d'autres clusters). Les membres de cluster (Cluster Membre : **CM**) sont des nœuds ordinaires, qui rejoignent un cluster en fonction de ses propriétés. Ils sont responsables d'émettre leurs données au **CH** dans des intervalles de temps particuliers. Par ailleurs, les **CMs** d'un cluster ne sont pas susceptibles de communiquer et d'interagir directement avec d'autres **CMs** du même cluster ou d'autres clusters. Et les nœuds passerelles (Gateway Membre : **GW**) ce sont des nœuds partagés entre deux clusters, assurant le rôle d'un relais afin de transférer les données entre eux, ils sont généralement positionnés aux extrémités du cluster [17]. Ces entités sont illustrées dans la figure 7.

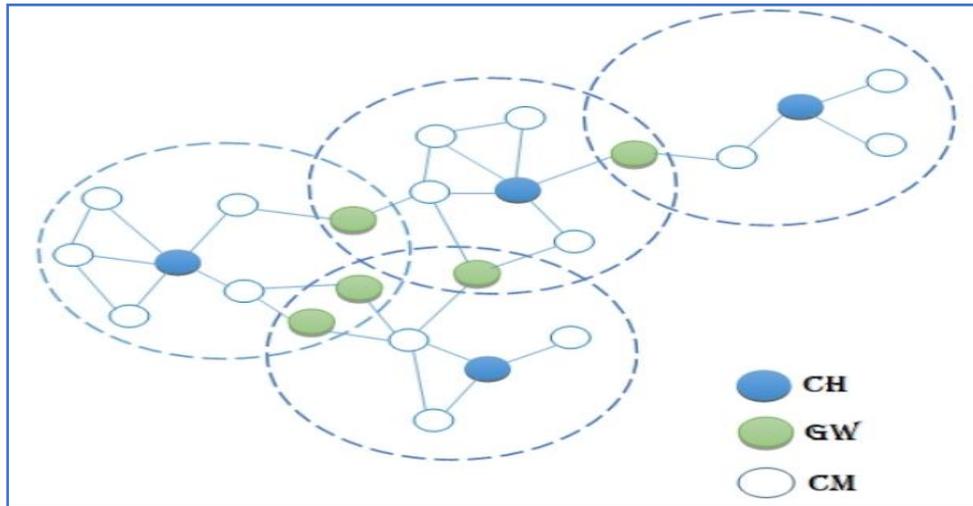


Figure 7 : Exemple de composants structurant un cluster [67].

2.4.5. ORIENTEE RESSOURCES DU CANAL

Etant donné que les ressources des canaux de communication sont limitées, l'accès aux canaux et l'allocation des ressources deviennent un problème d'optimisation. Solutions suggérées telles que des algorithmes basés sur des heuristiques qui fournissent des données d'accès au routage en tenant compte de la date le véhicule dispatché rencontre les autres véhicules du réseau. C'est dans un but réduire la congestion potentielle et la densité du réseau, puis en tenir compte afin d'améliorer le taux de livraison et de réduire le nombre de messages itératif pour que chaque nœud maintienne une table contenant des informations surtaux de transfert et conditions de canal afin de choisir le nœud relais préféré tout en transmettant son message. Cependant, ces solutions nécessitent d'échanger des messages entre les véhicules, pour garder le contrôle sur l'utilisation des ressources du canal, il faut également améliorer le taux de réception des messages d'urgence en allouant une partie de la bande passante disponible [25].

2.4.6. ORIENTEE PRIORITE DES MESSAGES

Compte tenu de l'importance du contenu des messages échangés entre véhicules et afin que tous les nouveaux messages entrants ne soient pas systématiquement supprimés en cas de congestion du réseau et pour répondre aux différents besoins de QoS de multiples applications dans réseaux véhiculaires [06]. Une solution apparue en priorisant l'accès à un réseau de communications canal selon les classes d'accès ACs, définies par l'EDCA, Chacun a un message et une autre solution alloue des jetons aux files d'attente dans lesquelles vous avez configuré des messages demandant l'accès au canal en pondérant le nombre de jetons par rapport à la densité du canal et à la priorité

des messages. Une autre solution consiste à organiser l'envoi des messages en fonction des sources disponibles du canal et de l'importance du message en utilisant des files d'attente système où les messages les plus urgents sont prioritaires [25].

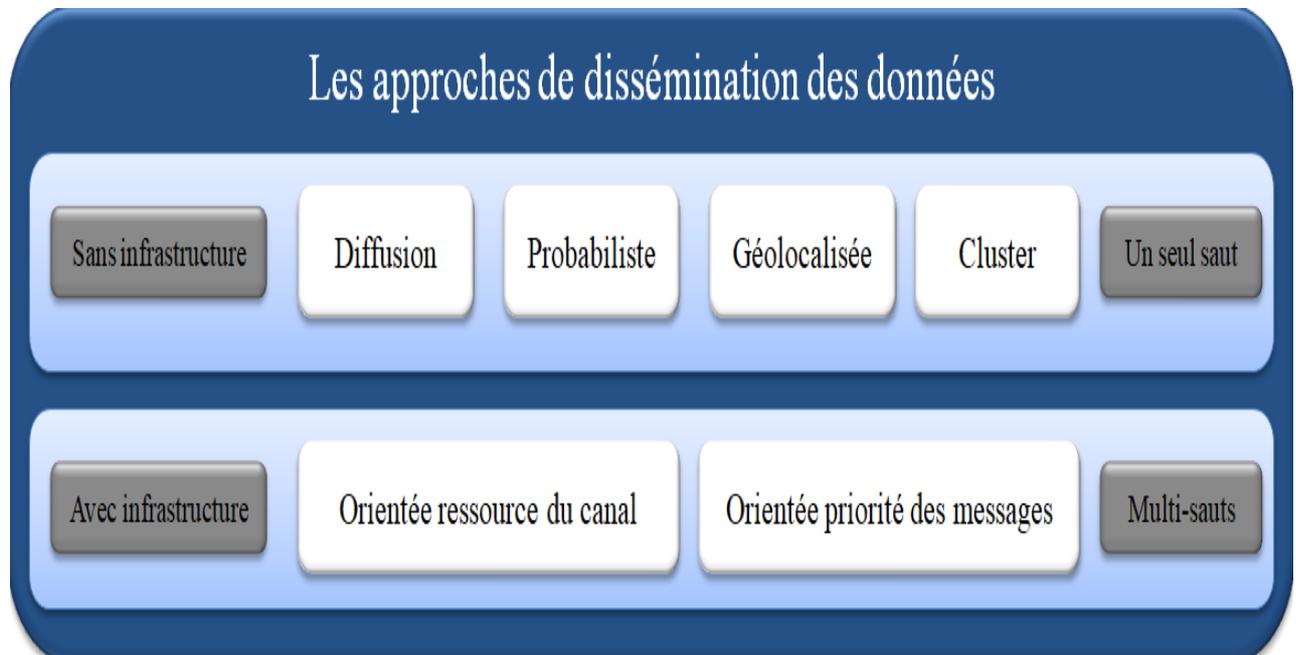


Figure 8 : Classification des approches de dissémination existantes [25].

3. LES TRAVAUX RELATIFS

Cette section présenter les différents travaux qui étaient proposée dans la conception de schémas de dissémination de données basée sur les trois technologies de communication sans fil qui déploient les applications dans les réseaux véhiculaires et les utilisées:

- i) Dissémination de données basée sur communication dédiée à courte portée technologies uniquement pour une courte portée communication entre les véhicules, donc sans impliquer l'infrastructure routière.
- ii) Dissémination de données basée sur cellulaires technologies, qui vise à transfert des informations d'urgence vers les autorités concernées par le biais de la communication **V2I** et en tirant parti de l'**eNodeB-LTE** déjà déployé.
- iii) Dissémination de données hybride (WIFI/WAVE/DSRC/LTE cellulaire) qui combine à la fois types de communication **V2V** et **V2I** [14].

Donc nous les mentionnons comme suit :

3.1. LA DISSEMINATION DE DONNEES BASEE SUR DSRC

Mostafa et al [35], propose un nouveau protocole pour la diffusion fiable de messages de sécurité dans les réseaux ad hoc véhiculaires (**VANET**) simulant les réactions des automobilistes. En cas de changement radical de vitesse ou de direction de déplacement, le véhicule est considéré comme anormal et, par conséquent, il transmet un message d'avertissement d'urgence sur le canal de contrôle du protocole de communication dédiée à courte portée (**DSRC**). Le protocole proposé donne au véhicule la situation la plus dangereuse la priorité la plus élevée pour transmettre le signal d'accusé de réception. Le choix de ce véhicule se fait localement en fonction de l'emplacement, de la direction et de la vitesse du véhicule récepteur.

Ahmed Khattab et al [12], propose un schéma de déploiement basé sur le clustering pour les réseaux de véhicules, appelé Double Head Clustering (DHC). Les composés de tête de cluster sont sélectionnés en fonction de plusieurs paramètres : position, vitesse, rapport signal sur bruit (SNR) et liaison délai d'expiration (LET). Ensuite, le millénaire sélectionné sera responsable de l'acheminement des paquets d'urgence. Sur le même principe, Bello et al [14], ont conçu un algorithme de clustering basé sur le poids amélioré, où CH est le nœud avec le poids le plus élevé calculé en fonction de la vitesse, de la distance et niveau des contacts.

Hoang-AnhPhamet al [46], propose une nouvelle stratégie de déploiement appelée Store Carry Forward (SCF). Dans SCF, les véhicules stockent les messages d'urgence localement et transmettent les messages stockés dès qu'un nouveau voisin est découvert, il entre en contact. Pour vérifier si le voisin est nouveau ou non, le système compare le hachage reçu du paquet balise à celui déjà stocké. Par conséquent, un intervalle de temps prédéterminé est utilisé pour stocker les messages. Après cela, ils seront supprimés. Cette stratégie adopte un nouveau mécanisme pour SCF pour faire face aux défis de la tempête de diffusion et de la segmentation du réseau, tout en garantissant que des informations précises sont partagées entre les véhicules adjacents.

3.2. LA DISSEMINATION DE DONNEES BASEE SUR TECHNOLOGIES CELLULAIRES

Ammara Anjum Khan [32], propose des solutions efficaces pour une communication dans les **VANETs** pilotés par la **5G**, pour soutenir la croissance exponentielle trafic de données important et pour répondre aux exigences diversifiées de qualité de service (QoS) et besoins en ressources dynamiques des utilisateurs. Une architecture **VANET** innovante basée sur la **5G** est proposée, tirant parti des concepts des technologies SDN, C-RAN et Fog Computing. Un roman léger et semi-approche distribuée, appelée approche Evolutionary Game Theoretic (EGT) est proposé pour obtenir un clustering stable et optimisé dans les **VANETs**.

Feng et al [23], propose une nouvelle méthodologie de diffusion pour les messages de sécurité dans l'architecture cellulaire de **VANET**. Alors que ce schéma n'est pas fondé sur le déploiement des **RSUs** ou la densité du trafic. Il définit un nœud comme relais en échangeant de courts paquets de contrôle. Ce schéma améliore l'efficacité de l'accès à l'échelle du canal et évite les données redondantes dans **VANET**.

Ziya et al [21], propose un algorithme basé sur le clustering pour **IoV** équipé de la technologie de communication **5G**. L'algorithme a été déduit d'une colonie de fourmis méta heuristiques pour améliorer la sélection des sommets du cluster. Il a également proposé dans leur modèle un autre algorithme de gestion de la mobilité. L'algorithme a pour objectifs de choisir les composés les plus stables tels que les CH, en tenant compte de la densité du réseau.

Adele et al [09], abordé la stabilité de la topologie **IoV** lors de la diffusion de messages d'urgence. Ils proposent une architecture basée sur l'assemblage qui tire parti de l'algorithme d'optimisation Dragonfly. Le schéma est sensible à la mobilité et permet un déploiement stable des données. En outre, il s'appuie également sur la connectivité cellulaire afin d'améliorer la disponibilité du réseau.

3.3. LA DISSEMINATION DE DONNEES BASEE SUR TECHNOLOGIES HYBRID

Garai M et al [24], présente des travaux basés sur une nouvelle architecture **VANET** hétérogène basée sur la **4G**, qui intègre les réseaux d'accès **IEEE 802.11p** et **3GPP-LTE**, pour fournir un accès aux services multimédias. Un schéma d'accès au réseau arborescent a été développé, offrant une connectivité et une livraison rapides aux véhicules à fort trafic, et permettant de maximiser considérablement la couverture du réseau au-delà de la zone exposée par les **RSUs** (sous la forme d'**eNodeB-LTE**). Des technologies ont été développées pour le provisionnement proactif des ressources dans les **RSUs**, en gérant les livraisons verticales et horizontales sensibles à la QoS.

Awais Ahmed et autres [10], propose un schéma dissémination de données hybride intel suggéré-système de transmission hybride-VITS. Ce système permet de planifier l'itinéraire et la diffusion de données en temps réel à l'aide du modèle de l'internet des objets. Pendant la congestion, Hybrid-VITS combine les réseaux cellulaires **VANETs** et **5G** pour déterminer la solution optimale mal à l'aide de l'algorithme du plus court chemin. De plus, la technologie d'équilibrage de charge est également une facilité pour éviter un engorgement supplémentaire au moment de l'identification de nouveaux itinéraires.

Lin et autres [33], propose un nouveau schéma pour assurer la diffusion rapide des messages d'urgence, basé sur deux technologies de communication sans fil. Ils utilisent la norme **IEEE802.11p** pour transmettre des messages de sécurité entre véhicules (**V2V**) et **LTE** pour envoyer des messages non liés à la sécurité. Les auteurs ont montré l'efficacité de cette approche pour réduire significativement l'encombrement des canaux de communication.

Azzaoui et al [14], propose un nouveau schéma pour le déploiement de paquets d'urgence par des véhicules équipés de **DSRC** avec des capacités cellulaires **LTE** et **DSRC** dans un réseau internet des véhicules (**IoV**) hautement dynamique. Ainsi, le schéma est basé sur la stratégie de clustering dynamique, qui comprend un nouvel algorithme de sélection d'en-tête de cluster pour traiter le problème de la tempête de diffusion. L'algorithme de sélection permet également d'éviter les collisions de paquets. Cette simulation s'est déroulée dans un environnement moderne.

Tableau 8 : Comparaison entre quelques approches de diffusion des données.

Les chercheurs	Solution proposé	Technologies de communication	Environnement
Mostafa et al [35].	Un nouveau protocole pour la diffusion fiable de messages de sécurité dans les réseaux ad hoc véhiculaires simulant les réactions des automobilistes.	V2V (DSRC)	VANET
Ahmed Khattab et al [12].	Un schéma de déploiement basé sur le clustering pour les réseaux de véhicules, appelé Double Head Clustering (DHC).	DSRC	VANET
Bello et al [14].	Un algorithme de clustering basé sur le poids amélioré	IEEE	VANET
Hoang-AnhPhamet al [46].	Une nouvelle stratégie de déploiement appelée Store Carry Forward (SCF).	IEEE	IOV
Ammara Anjum Khan [32].	Des solutions efficaces pour une communication dans les VANETs pilotés par la 5G.	LTE 5G	VANET
Feng et al [23].	Une nouvelle méthodologie de diffusion pour les messages de sécurité dans l'architecture cellulaire de VANET.	LTE	VANET
Ziya et al [21].	Un algorithme basé sur le clustering pour IoV équipé de la technologie de communication 5G .	5G	IOV
Adele et al [09].	Une architecture basée sur l'assemblage qui tire parti de l'algorithme d'optimisation dragonfly.	SimuLte	IOV
Garai et autres [24].	Une nouvelle architecture VANET hétérogène basée sur la 4G.	IEEE802.11p 3GPP-LTE	VANET
Awais Ahmed et autres [10].	Un schéma de déploiement de données hybride Intel suggéré-Système de transmission hybride hybride-VITS.	5G	VANET
Lin et autres [33].	Un nouveau schéma pour assurer la diffusion rapide des messages d'urgence.	IEEE802.11p LTE	VANET
Azzaoui et al [14].	Un nouveau schéma pour le déploiement de paquets d'urgence par des véhicules équipés de DSRC avec des capacités cellulaires LTE et DSRC dans un réseau Internet des véhicules hautement dynamique.	DSRC LTE	IOV

4. CONCLUSION

Dans les systèmes de réseaux véhiculaires, il existe plusieurs éléments importants, notamment la dissémination des données qui basé sur deux transmissions de données : le temps standard et le type de données. Il dispose également de techniques et de stratégies spécifiques, évoquées et détaillées dans ce chapitre. En plus, nous avons cité quelques travaux connexes avec la dissémination des données basées sur les technologies de communication à courte portée, les technologies cellulaires et les technologies hybrides. Comme mentionné précédemment, l'étude se multiplie et s'approfondit rapidement, il est possible que d'autres concepts voient le jour dans ce domaine, qu'ils soient nouveaux ou combinés, et c'est ce qu'ont dit tous les chercheurs dans le domaine de l'internet des véhicules.

Chapitre

3

Modélisation et Simulation

1. INTRODUCTION

Au vu de la congestion constante et de la présence d'accidents de la circulation dans l'état de Manhattan, nous avons mis en place une application permettant la communication entre voitures, soit à court terme avec la technologie de communication dédiée à courte portée, soit à long terme avec la technologie **LTE (4G/5G)**, il permet également de stocker les données envoyées et reçues entre les voitures en utilisant le Clustering. Ce qui est un mécanisme très important pour diviser le réseau en groupes afin de le rendre plus facile à gérer.

Dans ce chapitre, nous présentons l'environnement de travail (les programmes et les frameworks). Par la suite, nous citons les étapes de notre simulation. Et enfin, nous donnerons les résultats.

2. L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

Nous avons adapté notre simulation avec :

2.1. LES PROGRAMMES

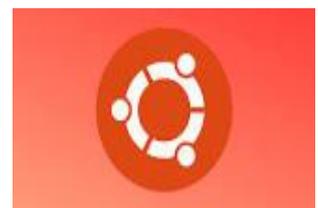
2.1.1. VIRTUELLE BOX

VB est open-source du logiciel de virtualisation du X86 informatique d'architecture. Il agit comme un hyperviseur, créant une **VM** (machine virtuelle) ou l'utilisateur peut exécuter un autre **OS** (système d'exploitation) [56].



2.1.2. UBUNTU

Un système d'exploitation GNU/LINUX basé sur la Distribution Linux Debian. Il a été utilisé par des millions de PC à travers le monde avec une interface simple, intuitive et sécurisée. Il est la distribution la plus consultée sur internet d'après le site Alexa, et le SE le plus utilisé sur les systèmes Cloud ainsi que sur les serveurs informatiques, sa version principale stable dite LTS [57].



2.1.3. OMNET++

Est une bibliothèque de simulation C++ modulaire basée sur des composants et des frameworks, principalement pour la construction de simulateurs de réseau. **OMNeT++** peut être utilisé gratuitement pour des simulations non commerciales comme dans les établissements universitaires et pour l'enseignement [58]. Il est composé par différents principaux fichiers comme fichier **.ned**, fichier **.ini**, fichier **.h** et fichier **.m**, etc. [49].



2.1.4. SUMO

Est un progiciel de simulation de trafic multimodal open-source, hautement portable, microscopique et continu conçu pour gérer de grands réseaux [40]. Elle est un mouvement de véhicule sans collision, catégories de véhicules uniques et multiples et routage avec prise en charge de l'interface utilisateur graphique (GUI) pour faciliter la gestion de l'outil, hiérarchie des types de jonction... [59].



2.2. LES FRAMEWORKS

2.2.1. VEINS

Est un cadre de simulation open-source de Communication Inter-Véhiculaire (IVC) composé d'un simulateur de réseau basé sur les événements (**OMNeT++**) et d'un simulateur de trafic routier (**SUMO**), utilisant la Co-simulation. Veins bidirectionnels jumelés un modèle de l'effet du trafic routier sur le trafic du réseau et l'inverse est également vrai [60].

2.2.2. INET

INET ou bien le Framework INET est un package de simulation de réseaux de communication open-source, écrit pour le système de simulation **OMNeT++/OMNeT++**. Le framework INET contient des modèles pour de nombreux protocoles filaires et sans fil, un modèle de couche physique détaillé, des modèles d'application, etc. [61].

2.2.3. SIMU5G

Est l'évolution du célèbre simulateur de réseau **SimuLTE4G** qui intègre l'accès **5G** New Radio, basé sur le programme **Omnet++** [27], il est écrit en C++ et il est entièrement personnalisable avec une interface enfichable simple. On peut également développer de nouveaux modules implémentant de nouveaux algorithmes et protocoles [62].

3. PROCESSUS DE SIMULATION

Dans ce travail, nous détaillons notre schéma proposé pour transférer des données basées sur l'architecture de Clustering. Notre architecture permet de sélectionner le meilleur chemin d'acheminement des données en milieu urbain, et en temps réel. Cela permet également de réduire les délais de transmission et les frais généraux tout en garantissant une couverture élevée en sélectionnant les meilleurs véhicules de transport en fonction des métriques de plusieurs réseaux. De plus, nous considérons que tous les véhicules ont deux interfaces sans fil : **5G** et **IEEE802.11p**.

L'**IEEE802.11p** est utilisé pour établir des communications **V2V**, tandis que l'émetteur-récepteur radio **LTE** est utilisé pour communiquer avec **eNodeB**. De plus, chaque véhicule vi conserve des informations sur ses voisins, par exemple, la direction, l'emplacement et le voisinage. De plus, il existe deux types de messages dans le système, les balises et les messages d'urgences. Nous notons que les paquets de balises sont échangés périodiquement et incluent des informations sur l'emplacement, la vitesse et la direction des véhicules.

3.1. L'INTEGRATION DES PROGRAMMES ET DES FRAMEWORKS

Pour simuler les réseaux **VANETs**, nous avons utilisé le simulateur réseau **OMNET++** sous **Ubuntu** et le simulateur de trafic routier **SUMO** avec les frameworks **Inet**, **Veins** et **Simu5G**, qui les montrons dans les tableaux suivants :

	LES PROGRAMMES
1	VIRTUELLE BOX
2	UBUNTU
3	OMNET++
4	SUMO

	LES FRAMEWORKS
1	VEINS
2	INET
3	SIMU5G

Et nous avons été simulés sur la base de beaucoup des paramètres spécifiques, dont les plus importants sont mentionnés dans le tableau suivant :

LES PARAMETRES	LA VALEUR
Zone de simulation	20km * 20km
Temps de simulation	200s
Nombre de véhicules	200
Vitesse du véhicule	[83-0] km/h
Modèle de mobilité	Manhattan
Nombre d'antenne	3
Plage de transmission	100
Intervalle de paquets	1s
Taille du paquet	80 bit
Type d'antenne	Omnidirectionnel
Norme de communication	IEEE802.11p, LTE

3.2. LES PREPARATION DE DOSSIER « X_MAP »

- Dans cette étape, on a préparé la plateforme sur lequel nous allons travailler, nous avons choisi une carte de Manhattan City, car elle contient des problèmes de voirie comme d'autres régions, .Donc nous avons téléchargé le fichier « *map.osm* » d'OpenStreetMap du site Google Maps et le résultat est montré dans la figure

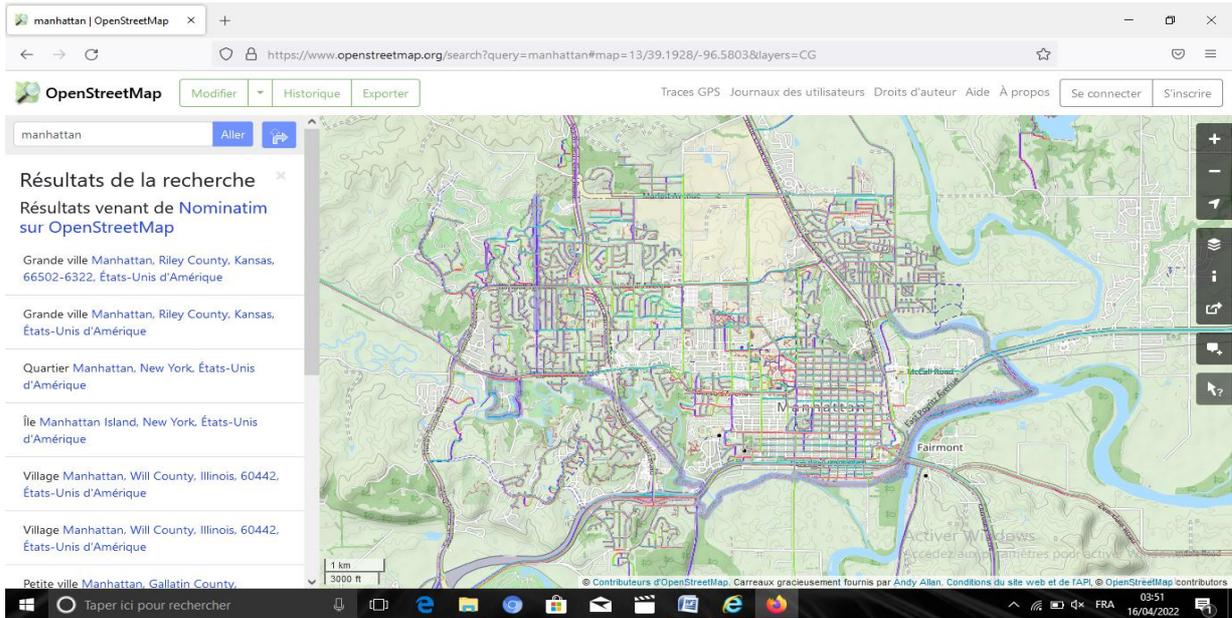


Figure 9 : Manhattan d'OpenstreetMap.

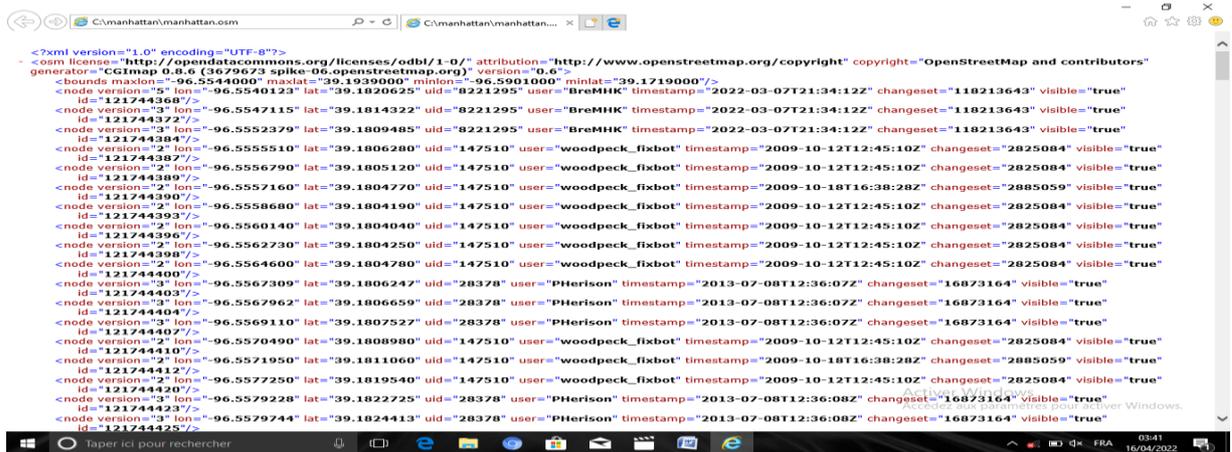


Figure 10: Map-manhattan.osm.xml.

Créer le dossier « *manhattan* » et programmer les chemins de travail sur les fichiers ci-dessous comme suite :

- ❖ Modifier l'extension du fichier « *map.osm* » à « *map.net.xml* », tel que (**.net.xml*) représente la carte géographique ou on trouve les nœuds et les liens entre les routes, il est généré à l'aide de l'outil 'netconvert' fourni par SUMO comme suite sur CMD :

« *C:\USERS\DST\MAP>NETCONVERT -OSM-FILES MAP.OSM.XML -O MAP.NET.XML* ».

- ❖ Créer les fichiers « *map.rou.xml* » et « *map.rou.alt.xml* », tel que ce type de fichiers combine les informations des fichiers '.net' et 'Trips', ils ont été créés comme suite sur CMD :

« *C:\USERS\DST\MAP>PYTHON RANDOMTRIPS.PY -N MAP.NET.XML -R MAP.ROU.XML -E 200-L* ».

- ❖ Créer les fichiers « *map.poly.xml* » et « *map.poly.alt.xml* », ils représentent les obstacles dans le monde entier tel que les rivières, les bâtiments, etc. Ils ont été créés comme suite sur CMD :

- ❖ « *C:\USERS\DST\MAP>PYTHON RANDOMTRIPS.PY -N MAP.NET.XML -R MAP.POLY.XML -E 200 -L* ».

Nous pouvons contrôler le nombre de voitures sur les routes à l'heure spécifiée pour la simulation. Chaque seconde représente une voiture, et dans notre travail, nous choisissons 200 secondes ou 200 voitures.

3.3. LA COMMUNICATION OMNET++ ET SUMO

Pour voir la simulation de voitures sur les routes du map et la connexion des technologies de communication dédiée à courte portée et des technologies **LTE (4G/5G)**, on connecte OMNET++ à SUMO par la commande suivante sur terminal dans Ubuntu :

« *TELECHARGEMENTS/VEINS-MASTER/SUMO-LAUNCHD.PY -VV SUMO.GUI.EXE* ».

Nous lançons l'exécution du fichier 'manhattan.sumo.cfg', (figure 11) et du fichier 'omnetpp.ini', (figure 12). Comme suit :

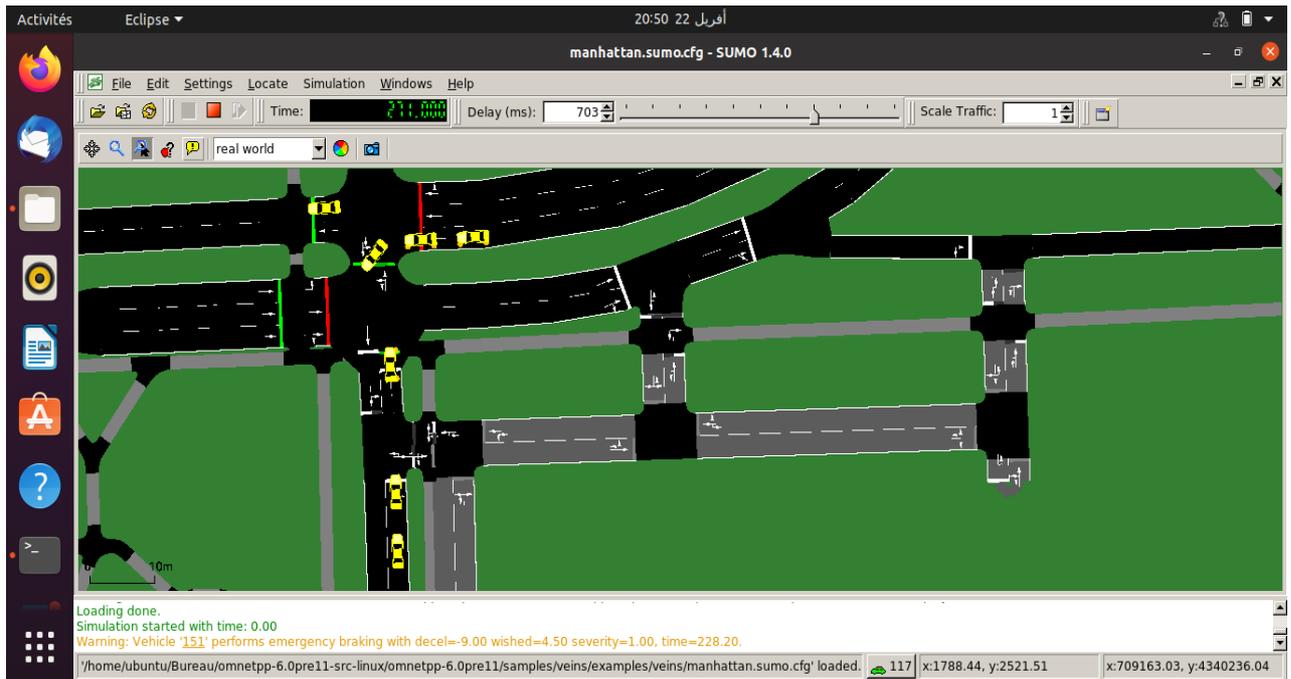


Figure 11: La simulation en SUMO.

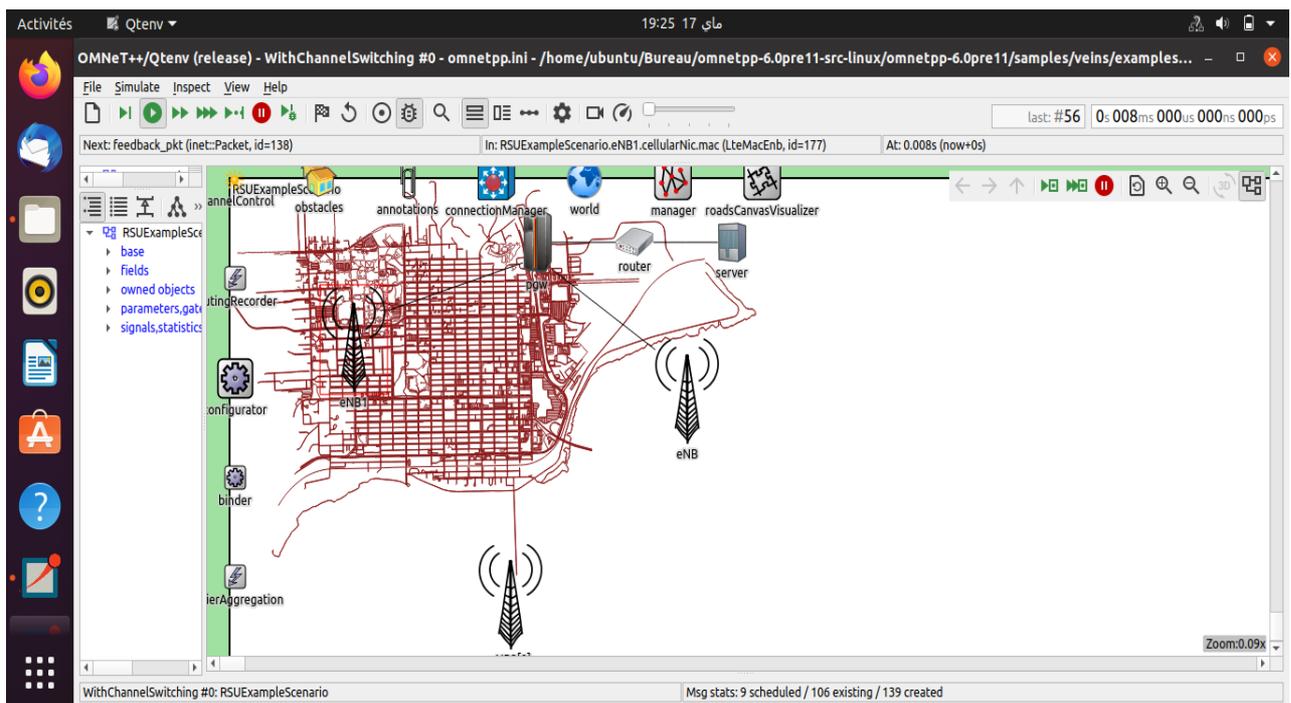


Figure 12: La simulation en OMNeT++.

3.4. L'IMPLICATION DE LA TECHNOLOGIE DSRC

A partir de cette simulation, la communication V2V (figure 13) est évidente grâce à la communication dédiée à courte portée technologies, comme suit :

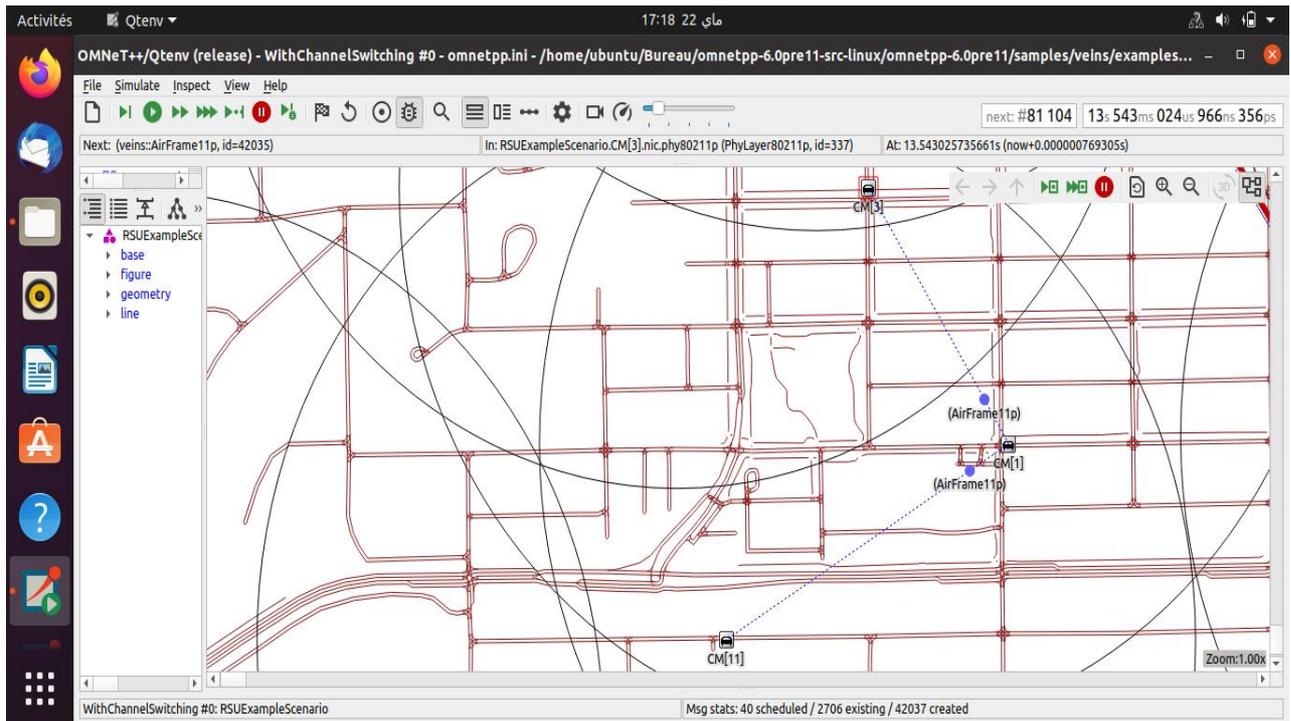


Figure 13 : La communication de type V2V.

3.5. L'IMPLICATION DE LA TECHNOLOGIE LTE (5G)

- **LTE on I2I**

A partir de cette simulation, la communication **I2I** (SB avec SB) est évidente grâce à la technologie **LTE/5G**, comme suit :

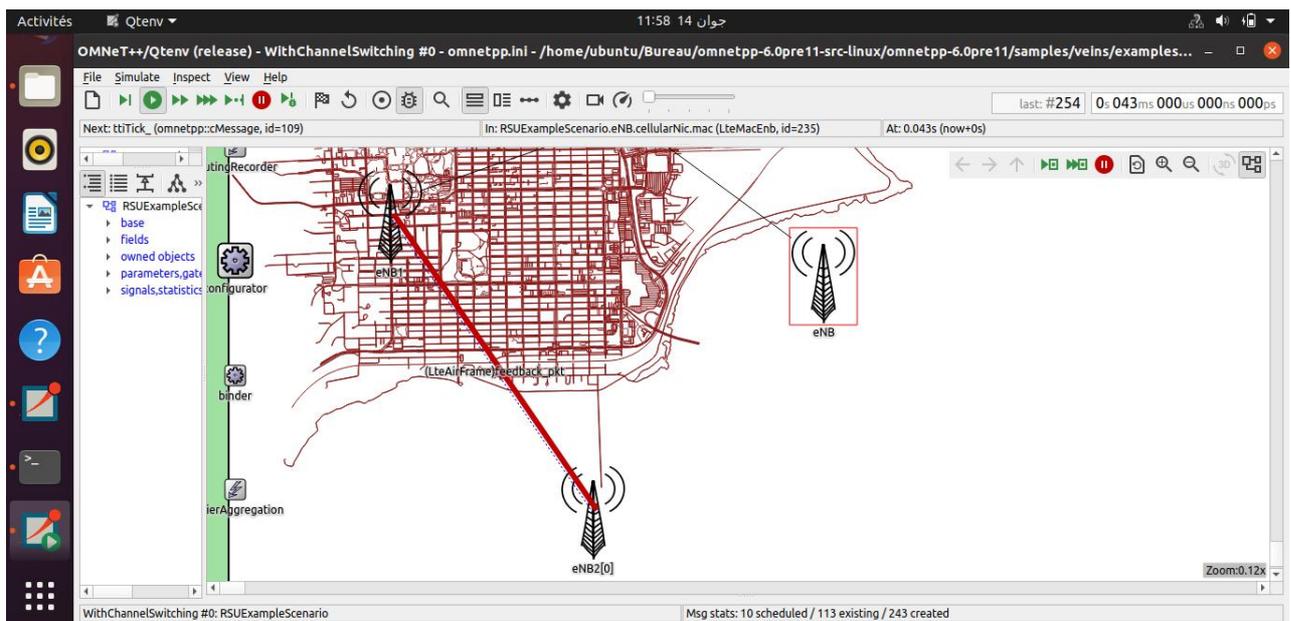


Figure 14 : La communication de type I2I.

- **LTE on V2I**

A partir de cette simulation, la communication **V2I** (figure 15) est évidente grâce à la technologie **LTE/5G**, comme suit :

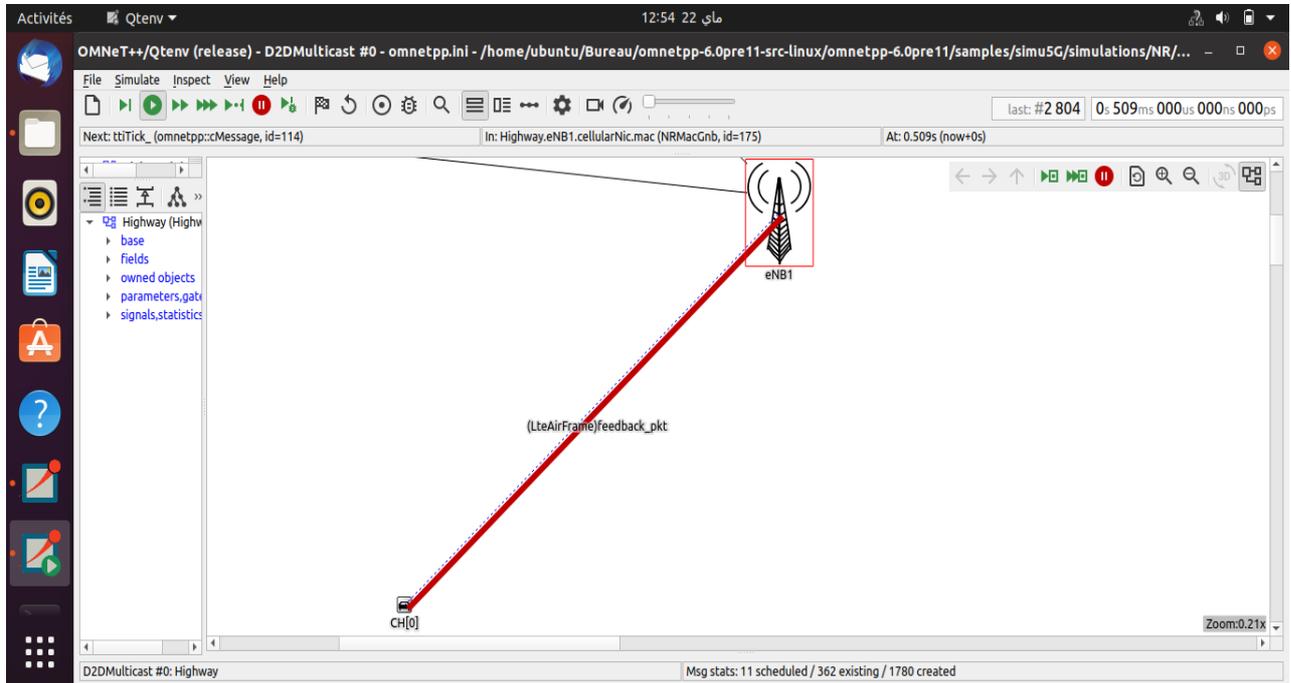


Figure 15 : La communication de type V2I.

3.6. LE CLUSTERING

Au début, tous les véhicules sont sur la route avec non cluster, puis tous les véhicules ayant les mêmes caractéristiques sont regroupés et appelés CM, le meilleur véhicule parmi les véhicules regroupés est désigné comme CH et le véhicule avec plus CH s'appelle GW.

Telle que Les CMs ont un CH et leurs caractéristiques ou propriétés ne suffisent pas pour être CH, ils reçoivent donc un identifiant de CH et un identifiant de GW, GW a deux CH et leurs t caractéristiques ne suffisent pas pour être CH, il reçoit donc un identifiant de CM et un identifiant de CH, CH a suffisamment de caractéristiques pour prendre le cluster, il reçoit donc un identifiant CM et un identifiant GW. Le véhicule CM effectue deux tests pour découvrir ses camarades de classe. S'il a deux CH, c'est automatiquement un type GW. Soyez alerté par un message qu'il s'agit de GW. Et si ses conditions ou ses caractéristiques sont suffisantes, alors c'est automatiquement un type de CH, donc il est également alerté et est censé accepter et répondre avec un message " Hi, i'm cluster head" pour toutes les voitures endommagées. La figure 16 présente ce concept, le concept de Clustering et ses éléments. Où :

C : Les conditions ou caractéristiques qui permettant de la nomination de Cluster Head.

N : Name de véhicule.

NCH : Nombre de Cluster Head.

: Initialisation

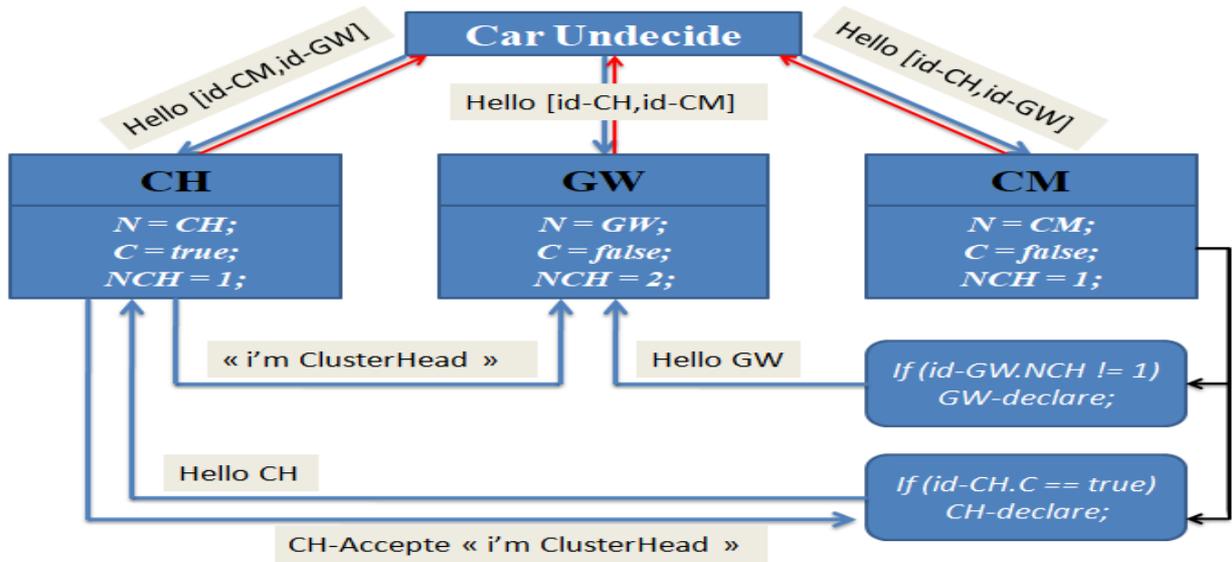


Figure 16 : Schéma de principe simplifié de la technique de Clustering.

LES TYPES DES MESSAGES ENVOYES

Dans le processus de cluster, il ya deux messages qui envoie, sont :

- **Message Beacon**

il s'agit d'un message périodique qui renseigne régulièrement sur l'état du véhicule, comme sa vitesse, son ID, etc. Et sa forme en code de fichier resulta (.log) est le suivant :

```

Activités Éditeur de texte 06:12 15 جوان
Corbeille veins exemples veins results
Ouvrir Default-#0.elog [Lecture seule]
trash://veins.2/examples/veins/results
245 CM id 33 tid 33 eid 33 etid 33 c omnetpp::cMessage n scheduledAccidentResolved pe -1
246 BS id 32 tid 32 eid 32 etid 32 c omnetpp::cMessage n scheduledAccident sm 17 st 1 am 17 at 74 pe 21
247 ES id 32 tid 32 eid 32 etid 32 c omnetpp::cMessage n scheduledAccident sm 17 st 1 am 17 at 74 pe 21
248 CME
249 CMB sm 6 tm 15 m initialize(1)
250 CMB sm 15 tm 19 m ""
251 CH
252 BS id 17 tid 17 eid 17 etid 17 c omnetpp::cMessage n "Beacon evt" sm 15 st 1 am 15 at 1.434381708223 pe 21
253 ES id 17 tid 17 eid 17 etid 17 c omnetpp::cMessage n "Beacon evt" sm 15 st 1 am 15 at 1.434381708223 pe 21
254 CME
255 CMB sm 6 tm 18 m initialize(1)
256 CME
257 CMB sm 6 tm 19 m initialize(1)
258 CME
259 CMB sm 6 tm 17 m initialize(1)
260 CME
261 MDC id 14 d "veins=. ;i=veins/node/car;is=vs"
262 CMB sm 6 tm 15 m ""
263 CME
264 MDC id 14 d "r=100;veins=. ;i=veins/node/car;is=vs"
265 MDC id 14 d "p=2414.84769;r=100;veins=. ;i=veins/node/car;is=vs"
266 MDC id 14 d "p=2414.84769,1578.46134;r=100;veins=. ;i=veins/node/car;is=vs"
267 BS id 16 tid 16 eid 16 etid 16 c omnetpp::cMessage n step sm 6 st 1 am 6 at 2 pe 21
268 ES id 16 tid 16 eid 16 etid 16 c omnetpp::cMessage n step sm 6 st 1 am 6 at 2 pe 21
269
270 E # 22 t 1.000164644051 m 13 ce 20 msg 14
Texte brut Largeur des tabulations : 8 Lig 270, Col 25 INS
« Default-#0.elog » sélectionné (113.8 kB)
    
```

Figure 17 : Format de beacon message.

Ici nous avons appliqué cette technique à notre simulation, et le résultat est montré dans la figure 18 :

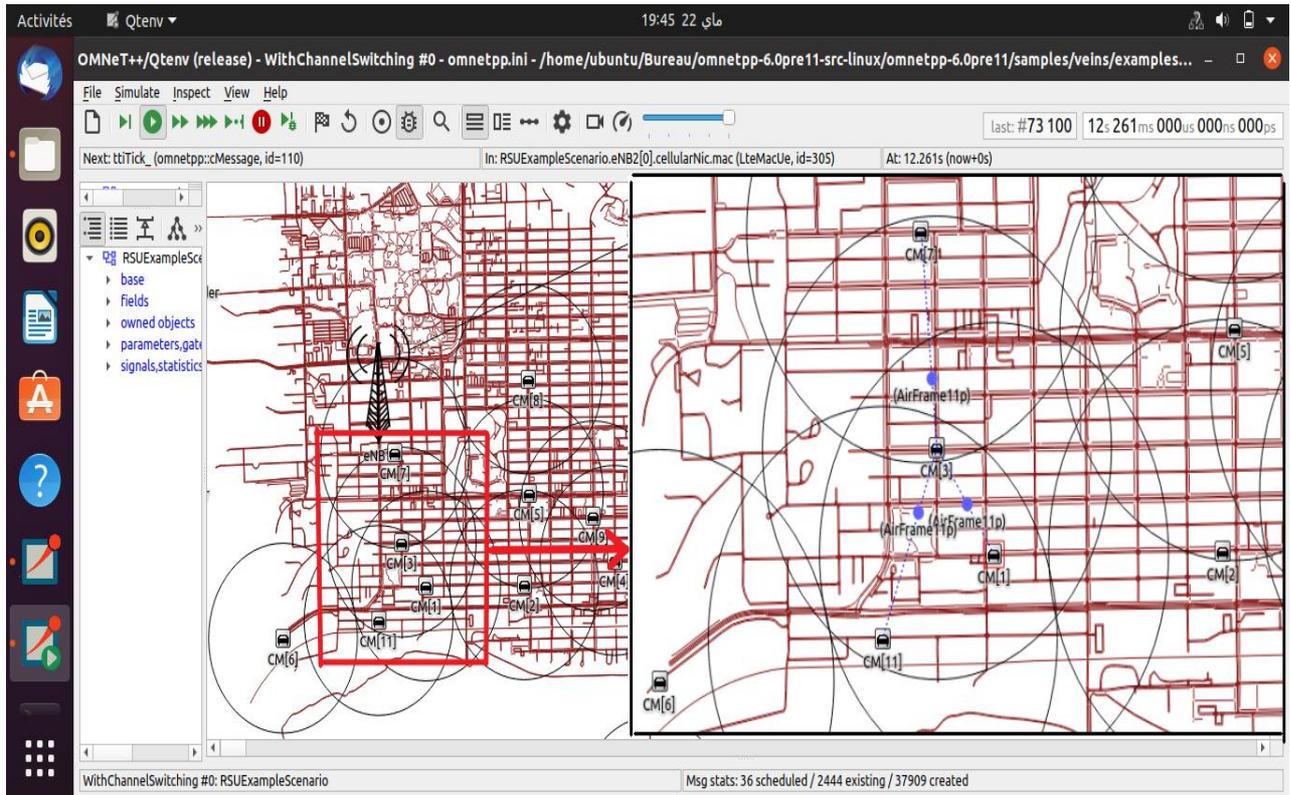


Figure 18 : La formation de Cluster et Cluster Head.

- **Message WEA**

Alarmes d’urgence sans fil, ce type de message est envoyé à tous les appelants ensemble dans une zone géographique affectée, comme un accident majeur, une rivière de montagne ou toute urgence. Sa forme est aussi en code de fichier résultat (.log) comme suivant :

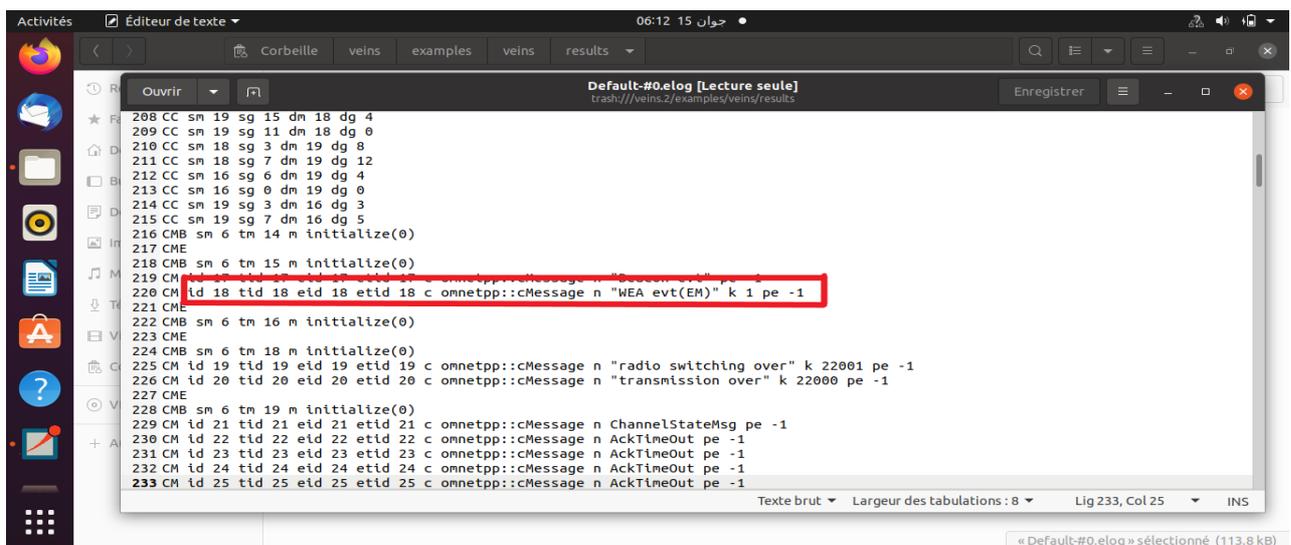


Figure 19 : Format de WEA message.

LES RESULTATS

 **Taux de livraison de paquets (PDR)**

Cela reflète le pourcentage de paquets livrés avec succès par rapport au nombre total de paquets envoyés, lors de la diffusion d'informations d'urgence. Nous avons mesuré cette métrique, comme suit :

$$\mathbf{RDP} = \mathbf{S}_{d;v} / \mathbf{P}_{d;v}$$

Où, **S_{d;v}** : le rapport des paquets reçus avec succès par le véhicule de destination et **P_{s;v}** : tous paquets envoyés par le véhicule source [14].

4. CONCLUSION

Le développement de nouvelles technologies pour les réseaux de véhicules a encouragé la possibilité de travailler avec plus d'une technologie en même temps afin d'améliorer la sécurité et l'efficacité du transport routier ainsi que d'améliorer le confort des usagers grâce à la fourniture de divers services. La nouvelle technologie de communication **5G** et le cluster, associés au, ont contribué à réduire les problèmes rencontrés par les systèmes de transport.

Dans ce chapitre, nous avons présenté une simulation de la carte de Manhattan en utilisant l'émulateur **Oment++** sous l'environnement **Ubuntu** à l'aide des frameworks spécial. Nous avons utilisé diverses technologies de communication entre véhicules, en mettant l'accent sur la technologie **5G** et la fonctionnalité de clustering, qui vise à améliorer la sécurité et l'efficacité du transport routier, ainsi qu'à améliorer le confort des usagers. Nous espérons que ce développement futur contribuera à rendre les réseaux plus fiables, sécurisés et respectueux de l'environnement grâce à des technologies plus efficaces et plus modernes.

Conclusion générale

Les réseaux de véhicules et les systèmes de transport intelligents en sont encore à leurs balbutiements. Malgré tous les développements dans le domaine des systèmes de transport intelligents, les communications dans les réseaux véhiculaires sont toujours un domaine très actif, mais à l'heure actuelle, peu de technologies de communication sont spécifiquement conçues pour les réseaux de véhicules. Mise en œuvre réelle les réseaux de véhicules font de la simulation de scénarios réels la méthode la plus largement utilisée concevoir et évaluer les solutions proposées [30].

Le sujet traité dans ce travail s'agit de proposer et de modéliser une approche pour disséminer les données dans l'environnement véhiculaire, le concept de cette proposition est basé sur les caractéristiques du véhicule et l'estimation de trajectoire, l'avertissement et l'évitement de collision. Ce travail est construit sur trois chapitres, le premier que nous avons présenté les réseaux véhiculaires spécifiquement l'**IoV** au niveau de son concept, les caractéristiques du véhicule intelligent, les composants de la route, les types et technologies de communication, les caractéristiques du réseau de fourgonnettes et les domaines de son utilisation. Dans le deuxième chapitre, nous avons approfondi la dissémination des données, sa technique et ses stratégies, comme nous l'avons mentionné, quels que soient les travaux des chercheurs liés à chaque technologie. Quant au dernier chapitre, nous avons présenté le travail pratique pour nous, qui consiste à simuler le réseau véhiculaire à l'aide du simulateur Omnet++, et nous avons appliqué la technologie de communication **5G** et l'avons combinée avec l'idée d'agrégation, et nous avons présenté les résultats obtenus de cette fusion.

Le but de cette approche est de proposer une architecture intégrant plusieurs interfaces sans fil, cette architecture utilise l'algorithme de sélection de la meilleure interface, pour assurer une communication toujours fiable sur la meilleure interface sans fil disponible afin de prendre en charge la connexion transparente requise pour une transmission de données efficace dans les communications de l'infrastructure du véhicule (**V2I**) en évitant avec succès un point de défaillance unique. Et enfin, le domaine des réseaux véhiculaires est riche, vaste et développé avec un seul objectif, qui est la facilité et la protection de la vie d'individu, et nous aimons aider à cela, même avec une idée, alors nous avons présenté ce travail, en espérant que cela aidera dans le développement futur à rendre les réseaux **VANETs** plus fiables, sûrs et respectueux de l'environnement grâce à des technologies plus efficaces et modernes.

Bibliographie

-  [01] *Station de base (en télécommunications)*. Récupéré sur Glossary. Consulté le 06 Mars 2022 à 14 : 22.
- URL :** https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/fr/champs-electromagnetiques/glossaire/pqrs/stationdebase.htm
-  [02] Les applications de sécurité routière. Consulté le 16 Février 2022 à 20 : 45.
- URL :** <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02611898/>
-  [03] WIMAX. Consulté le 06 Mai 2022 à 22 : 52.
- URL :** <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6505869/>
-  [04] Central Authority. Consulté le 23 Février 2022 à 10 : 12.
- URL :** https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/docs/FWG/GSC/Publication/1645/_memoire_final_27_07_2017_.pdf
-  [05] La géographie. Consulté le 18 Mai 2022 à 10 : 23.
- URL :** <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=849166fc5e7dd3c4c05f25a0c9703bd579a36c13303>
-  [06] Orientée priorité des messages. Consulté le 08 Mai 2022 à 08 : 41.
- URL :** <https://www.jechange.fr/telecom/internet/guides/technologie-wimax-3600>
-  [07] *A seven-layer model architecture for internet of vehicles-2019*. Consulté le 16 Mai 2022

à 00 : 52..

-  [08] A.FitahaA.BadriaM.MoughitaA.Sahela. (s.d.). Performance of DSRC and WIFI for Intelligent Transport Systems in VANET. Consulté le 05 Octobre 2021 à 17 : 13.
URL : <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.01.133>
-  [09] Aadil, F.; Ahsan, W.; Rehman, Z.U.; Shah, P.A.; Rho, S.; Mehmood, I. Clustering algorithm for internet of vehicles (IoV) based on dragonflyoptimizer (CAVDO). J. Supercomput. 2018. Consulté le 05 Octobre 2021 à 14 : 53 ;pp. 4542–4567.
URL :[https://Slusteringalgorithm_for_internet_of_vehicles_\(IoV\)_based_on_dragonflyoptimizer_\(CAVDO\)|SpringerLink](https://Slusteringalgorithm_for_internet_of_vehicles_(IoV)_based_on_dragonflyoptimizer_(CAVDO)|SpringerLink)
-  [10] Ahmad, A., Din, S., Paul, A., Jeon, G., Aloqaily, M., & Ahmad, M. (2019). Real-Time Route Planning and Data Dissemination for Urban. *Scenarios Using the Internet of Things*IEEE Wirel. Consulté le 25 Février 2022 à 07 : 22.
-  [11] Ait-Mlouk, A. *Fouille de données et analyse de qualité des règles d'association dans les bases de données massives : Application dans le domaine de la sécurité routière*. UCA - Université Cadi Ayyad [Marrakech]. Consulté le 20 Février 2022 à 15 : 25.
URL :<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02611898/>
-  [12] Alsuhli, G.H.; Khattab, A.; Fahmy, Y.A. Double-Head Clustering for Resilient VANETs. Wirel. Commun. Mob. Comput. (2019, 1–17). Consulté le 14 Février 2022 à 08 : 25.
URL :[https://Double-Head Clustering for ResilientVANETs \(hindawi.com\)](https://Double-Head Clustering for ResilientVANETs (hindawi.com))
-  [13] Askar, S., Qadir, G. A., & Rashid, T. A. (2021, Novembre 18). *SDN Based 5G VANET: A Review*, sur SSRN. Consulté le 39 Avril 2022 à 00 : 13.
URL : https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3963000
-  [14] Azzaoui, N., Korichi, A., Brik, B., & Fekair, M. e. (2021, Avril 19). *Towards Optimal Dissemination of Emergency Messages in Internet of Vehicles: A Dynamic Clustering-*

Based Approach. Consulté le 05 Octobre 2021 à 10 : 03 ;pp. 3-22.

URL : <https://www.mdpi.com/2079-9292/10/8/979>

-  [15] BOUDRAA, M. Z. (2017-2018). *Clustering dans les Réseaux* . Tizi Ouzou. Consulté le 14 Octobre 2021 à 12 : 30.
- URL : <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=df9338eece505699c6bb03ede1c4762287499/>
-  [16] BOUKSANI, W. (s.d.). *GESTION DE LA PROTECTION DE LA VIE PRIVÉE DANS LES RESEAUX VEHICULAIRES (VANET)*. Récupéré sur depot-e.uqtr.ca. Consulté le 22 Janvier 2022 à 17 : 54 ;pp. 6-18.
- URL : <https://depot-e.uqtr.ca/id/eprint/8166/>
-  [17] Boussadia, A., & Bouderkha, M. (2020). *Routage basé sur le clustering dans les réseaux VANETs*. Jijel: Université Mohammed Seddik Ben Yahia. Consulté le 22 Décembre 2021 à 22 : 12.
-  [18] Curiel-Ramirez, L. A., Izquierdo-Reyes, J., Bustamante-Bello, M. R., Ramirez-Mendoza, R. A., & Garcia-Barba, A. (2019, juillet 25). *A Simulation Approach of the Internet of Intelligent of Intelligent Vehicles for Closed Routes in Urban Environments*, sur ieeexplore.ieee.org. Consulté le 15 Mai 2022 à 11 : 23.
- URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/8768841>
-  [19] *Defining Vehicle to Pedestrian (V2P)*. (s.d.). Récupéré sur [rgb](http://rgb.com). Consulté le 02 November 2021 à 23 : 21.
- URL : <https://blog.rgbsi.com/defining-vehicle-to-pedestrian-v2p>
-  [20] Des véhicules aux normes pour réduire la pollution de l'air. (s.d.). p. Mars 2017. Consulté le 02 November 2021 à 20 : 11.
-  [21] Ebadinezhad, S.; Dereboylu, Z.; Ever, E. Clustering-Based Modified Ant Colony Optimizer for Internet of Vehicles (CACOIOV). *Sustainability* (2019, 11). Consulté le 03 Mars 2022

à 16 : 37 ;pp. 2624

URL : [https://Sustainability | Free Full-Text | Clustering-BasedModifiedAntColonyOptimizer for Internet of Vehicles \(CACOIOV\) \(mdpi.com\)](https://Sustainability | Free Full-Text | Clustering-BasedModifiedAntColonyOptimizer for Internet of Vehicles (CACOIOV) (mdpi.com))

 [22] F.Bonomi. (2013). *the smart and connected vehicle and the internet of things WSTS*. San jose, CA, USA. Consulté le 10 Mai 2022 à 22 : 13.

 [23] Feng, D.; Yajie, M.; Fengxing, Z.; Xiaomao, W.; Kai, H. A Safety Message Broadcast Strategy in HybridVehicular Network Environment. *Comput. J.* 2017. Consulté le 13 Mars 2022 à 06 : 15 ;pp. 789–797

URL : [https://Safety Message Broadcast Strategy in HybridVehicular Network Environment | The Computer Journal | Oxford Academic \(oup.com\)](https://Safety Message Broadcast Strategy in HybridVehicular Network Environment | The Computer Journal | Oxford Academic (oup.com))

 [24] Garai, M., Mahjoub, M., Rekhis, S., Boudriga, N., & Bettaz, M. (2015, Février 10). *Access and Resources Reservation in 4G-VANETs for Multimedia Applications*. Récupéré sur Springer Link. Consulté le 22 November 2021 à 09 : 44.

URL : https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-46338-3_9

 [25] Haddadou, N. (2015, Mars 6). *Réseaux ad hoc véhiculaires: vers une dissémination de données efficace, coopérative et fiable*, sur pastel.archives-ouvertes.fr. Consulté le 05 Avril 2022 à 11 : 20 ;pp. 26-35.

URL : <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01124319>

 [26] Hafeez, K. A., Zhao, L., Ma, B., & Mark, J. W. (2013, Septembre). *Performance Analysis and Enhancement of the DSRC for VANET's Safety Applications*. Récupéré sur ieeexplore.ieee.org. Consulté le 21 Mai 2022 à 18 : 30.

URL : <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6475201>

 [27] Hussain, R., Hussain, F., & Zeadally, S. (2019, Decembre). *Integration of VANET and 5G Security: A review of design and implementation issues*, sur ScienceDirect. Consulté le 28 Février 2022 à 09 : 35.

-  [28] *Internet of Vehicles: Architecture, Protocols, and Security*. Consulté le 06 Mai 2022 à 12 : 52.
-  [29] Jin Tian¹, Q. H. (s.d.). The priority assignment of messages effects on delay performance in VANET. Consulté le 10 Mars 2022 à 23 : 15.

URL : <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=d2cc0c4121b17be4866f0c4aedfd6d0ba450d0ca0fd57ac3f548885>
-  [30] kahina, M. F., & chahra, A. (2016-2017). *Étude et proposition d'un nouveau protocole de*. Bejaia: Universite Abderrahmane Mira, Departement de Recherche Operationnelle. Consulté le 30 Mars 2022 à 00 : 15 ;pp. 14-62
-  [31] Kathiriya, H., Kathiriya, N., & Bavarva, A. (2013, février 21/23). *Review on V2R Communication in VANET*. Récupéré sur Researchgate. Consulté le 26 Mai 2022 à 09 : 35.
-  [32] khan, A. A. (s.d.). *Optimized Communication in 5G-Driven Vehicular Ad-hoc Networks (VANETs)*. (2019, Octobre 14), sur opus.lib.uts.edu. Consulté le 15 Mai 2022 à 10 : 10.

URL : <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/137128/2/02whole.pdf>
-  [33] Lin, F.; Liu, Y. An integration of WAVE and LTE wireless transmission in vehicle networks for safety and non-safety messages dissemination. In Proceedings of the 2017 3rd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC), Chengdu China, (2017 ,December 13–16); Consulté le 15 Mai 2022 à 10 : 10. pp. 315–320.
-  [34] M. Amir Abdessamad, .. K. (s.d.). *Prise en compte des contraintes temporelles dans les réseaux véhiculaires* . Récupéré sur 123dok FR. Consulté le 15 Mai 2022 à 10 : 30.

- [35] M.M.I, T., & Y.M.Y, H. (2007). *VANET-DSRC Protocol for Reliable Broadcasting of Life Safety Messages*. Récupéré sur sci-hub.st. Consulté le 02 November 2021 à 23 : 30.
- URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/4458046/?arnumber=4458046>
- [36] Mandeep Kaur Saggi, R. K. (2014, December 19-20). A Survey of Vehicular Ad Hoc network on Attacks & Security Threats in VANETs . p. 2. Consulté le 10 November 2021 à 23 : 55
- URL : <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=8555f5113604188ad3b83d048df715>
- [37] Meeting, W. G. (2014, Septembre 29). White Paper of Internet of Vehicles (IoV). Consulté le 13 Janvier 2022 à 14 : 25.
- URL : http://mddb.apec.org/Documents/2014/TEL/TEL50-PLEN/14_tel50_plen_020.pdf
- [38] MOGHRAOUI, K. (2015, JUILLET). *GESTION DE L'ANONYMAT DES COMMUNICATIONS DANS LES RÉSEAUX*. Récupéré sur oraprdnt. Consulté le 30 Janvier 2022 à 10 : 25 ;pp 9.
- URL : https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/docs/FWG/GSC/Publication/1645/34/1918/1/75448/8/F1689012680_M_moire_FINAL_K.Moghraoui.pdf
- [39] Mohta, K. (2020, Jun 24). *What Is Meant By the term: Internet of Things(IoT)?* Récupéré sur medium. Consulté le 02 Octobre 2021 à 13 : 55.
- URL : <https://medium.com/@kunalmohta/what-is-meant-by-the-term-internet-of-things-iot-287cfc233865>
- [40] Mojela, L. S., & Booysen, M. J. (s.d.). On the use of WiMAX and Wi-Fi to provide in-vehicle connectivity and media distribution. Consulté le 20 Octobre 2021 à 5 : 48.
- URL : https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6505869/?ca_bWKgAAAAA:zR-RovigPXa9obtJilONYv1Y2t9hQYFjDdP0Ils1GBWrOXMnhC5O7jcDrTrIvkjIPuGjIg6O0

-  [41] Nagpur, N. (s.d.). IRJET- VANET based wireless sensor. p. 01. Consulté le 23 Octobre 2021 à 15 : 48.
URL : <https://www.academia.edu/download/57013700/IRJET-V5I5161.pdf>
-  [42] Nampally, V., & Sharma, D. M. (2018, July). *Information Sharing Standards in Communication*. Récupéré sur ijsrcsams. Consulté le 16 Mars 2022 à 19 : 05.
URL : http://www.ijsrcsams.com/images/stories/Past_Issue_Docs/ijsrcsamsv7i4p91.pdf
-  [43] Nardini, G., Viridis, A., & Stea, G. (s.d.). Simulating device-to-device communications in OMNeT++ with SimuLTE: scenarios and configurations. Italy, Ingegneria dell'Informazione, Pisa. Consulté le 25 Mars 2022 à 20 : 20.
-  [44] NASSIRA, G. (2020). La navigation des véhicules autonomes par un algorithme génétique. Consulté le 30 Janvier 2022 à 17 : 25.
URL : http://archives.univbiskra.dz/bitstream/123456789/15773/1/GUERFI_NASSIRA.pdf
-  [45] Nawal, B., & Hanane, B. (2020-2021). *Etude et proposition d'un model sur la dissémination des données dans les réseaux véhiculaire*. Ouargla: Université Kasdi Merbah, Département de l'Informatique et Technologies de l'information. Consulté le 15 Mai 2022 à 12 : 03 ; pp. 20-33.
-  [46] Nguyen, T.D.; Le, T.-V.; Pham, H.-A. Novel store–carry–forwardscheme for message dissemination in vehicular ad-hoc networks. *ICT Express* 2017, 3, 193–198. Consulté le 24 Mars 2022 à 19 : 31.
URL : <https://Novel store–carry–forwardscheme for message dissemination in vehicular ad-hoc networks - ScienceDirect>
-  [47] Noé CURÉ, M. D. (s.d.). Véhicule autonome et connecté :communication V2X. Consulté le 23 Octobre 2021 à 20 : 48.

- [48]  [48] *Qu'est-ce qu'un réseau LTE?* (2011, 9 28). Récupéré sur les affaires. Consulté le 20 Mars 2022 à 16 : 11.
- URL :** <https://www.lesaffaires.com/blogues/jean-francois-codere/qu-est-ce-qu-un-reseau-lte/535459>
- [49]  [49] Radja, B., & Khadidja, Z. (2019-2020). *Trétraitement des données dans les réseaux véhiculaires à forte mobilité*. Ouargla: Université Kasdi Marbah, Département d'Informatique et des Technoloies de l'Informatique. Consulté le 05 October 2021 à 10 : 03 ; pp. 8-20.
- [50]  [50] Rathi, S., & Chawla, D. P. (2017, Octobre). *Data Dissemination in VANET: A Review*. Consulté le 28 Avril 2022 à 09 : 55.
- [51]  [51] Sabih ur Rehman, M., Khan, A., A, T., Khokhar, Z., & Khokhar, R. H. (2013, Novembre/Décembre). A Synopsis of Simulation and Mobility Modeling in Vehicular Ad-hoc Networks (VANETs). IOSR Journal of Computer Engineering. Consulté le 30 Février 2022 à 15 : 15.
- [52]  [52] Sherazi, H. H., Khan, Z. A., Iqbal, R., Rizwan, S., Imran, M. A., & Awan, K. (2019, Feb 03). *A Heterogeneous IoV Architecture for Data Forwarding in Vehicle to Infrastructure Communication*. Consulté le Oct 04, 2018, sur Hindawi. Consulté le 14 Février 2022 à 08 : 35.
- URL :**
- https://www.hindawi.com/journals/misy/2019/3101276/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=HDW_MRKT_GBL_SUB_ADWO_PAI_DYNA_SPEC_X_X00_00_April2022&gclid=EAIaIQobChMI-o Toe6C-AIVVeJ3Ch2XIA2WEAAYASAAEgKt9PD_BwE
- [53]  [53] *Technologie de liaison micro-ondes*. (2020, 11 16). Récupéré sur FMUSER:. Consulté le 02 Mai 2022 à 12 : 55.

URL : <https://fr.fmuser.net/content/?7725.html>

-  [54] *Vehicle-to-Grid (V2G) : Tout ce que vous devez savoir.* (s.d.). Récupéré sur virta. Consulté le 10 Janvier 2022 à 13 : 03.

URL : <https://www.virta.global/fr/vehicle-to-grid-v2g>

-  [55] *مصطفى صادق لطيف. مدخل الى انترنت الاشياء Introduction to Internet of Things.* Consulté le 25 Mai 2022 à 23 : 33.

-  [56] VIRTUELLE BOX. Open-source du logiciel de virtualization. Disponible en ligne: <https://www.virtualbox.org/> (consulté le 09 Mars 2022)

-  [57] UBUNTU. System d'exploitation GNU/LINUX. Disponible en ligne: <https://releases.ubuntu.com/20.04/> (consulté le 09 Mars 2022)

-  [58] OMNET++. Bibliothèque de simulation C++, simulateur d'événements. Disponible en ligne: <https://github.com/omnetpp/omnetpp/releases> (consulté le 10 Mars 2022)

-  [59] SUMO. Proiciel de simulation de trafic, mobilité urbaine. Disponible en ligne: <https://sumo.dlr.de/docs/Downloads.php> (consulté le 15 Mars 2022)

-  [60] Veins. Cadre de simulation de réseaux véhiculaire open-source. Disponible en ligne: <https://veins.car2x.org/download/> (Consulté le 17 Mars 2022).

-  [62] Simu5g. Framework de communication. Disponible en ligne: <http://simu5g.org/simu5g-pnp.html> (Consulté le 17 Mars 2022).

-  [63] Réseau véhiculaire. Récupéré sur www.researchgate.net. Consulté le 23 juin 2022.
URL : https://www.researchgate.net/figure/Reseau-ad-hoc-de-vehicules_fig1_331488754

-  [64] Véhicule Intelligent. Récupéré sur espace.univ-tlemcen.dz. Consulté le 23 juin 2022.
URL : <https://espace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/13029/1/Deploiement-efficace-des->

[RSUs-dans-les-VANETs-en-utilisant-des-approches-metaheuristiques.pdf](#)

-  [65] Les réseaux véhiculaires Ad-Hoc . Récupéré sur www.researchgate.net. Consulté le 23 juin 2022.
- URL :** https://www.researchgate.net/figure/Vehicles-are-connected-to-a-Server-in-the-Internet-using-LTE-4G-5G-and-WiFi-paths_fig1_335878366
-  [66] Les types de la communication d'IOV. Consulté le 23 juin 2022.
- URL :** <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214209619302293>
-  [67] *Clustering algorithm for internet of vehicules IoV*. Consulté le 23 juin 2022.
- URL :** https://www.researchgate.net/publication/323703295_Clustering_algorithm_for_internet_of_vehicules_IoV_based_on_dragonfly_optimizer_CAVDO
-  [68] *medium.com*. Récupéré sur What Is Meant By the term:Internet of Things(IOT). Consulté le 23 juin 2022.
- URL :** <https://medium.com/@kunalmohta/what-is-meant-by-the-term-internet-of-things-iot-287cfc2338665>
-  [69] *technologies de communication*. Consulté le 23 juin 2022.
- URL :** https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-37629-1_56

