

République Algérienne démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. Mira de Bejaia
Faculté des Sciences Exactes
Département d'Informatique



Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme Master en Informatique

Spécialité :

Administration et Sécurité des Réseaux

Thème

Simulation d'un scénario d'accident routier dans les VANETs

Réalisé par :

M. Lahouel Brahim

M. Hadjout Chaouki

Devant le jury composé de :

Examineur 1 : Mme N. Bouadem M.C.B U. A/Mira Bejaia

Examineur 2 : Mr M. Moktefi M.C.B U.A/Mira Bejaia

Promotrice : Mme A. Houha M.A.A U.A/Mira Bejaia

Promotion 2021 - 2022

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadrant « Mme Amel Houha » de son suivi, ses conseils avisés, sa gentillesse, son encouragement, sa disponibilité et sa patience, pour sa disponibilité son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de L'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Table des matières

Table des matières.....	i
Table des figures	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des abréviations.....	vi
Introduction générale	1
Chapitre 1 Mode, défis, routage dans VANET.....	3
1.1 INTRODUCTION	3
1.1.1 Les réseaux sans fil	3
1.1.2 Réseaux avec infrastructure (cellulaire).....	3
1.1.3 Réseaux sans infrastructure (ad hoc)	4
1.1.4 Définition du réseau mobile Ad Hoc	5
1.2 Les réseaux véhiculaires VANET.....	6
1.2.1 Définition d'un réseau VANET	6
1.2.2 Les caractéristiques des VANETs	7
1.2.3 Défis.....	8
1.3 Mode de communication des VANETs	9
1.3.1 La communication inter-véhicule (V2V).....	10
1.3.2 Communication véhicule-infrastructure (V2I)	11
1.3.3 Véhicule-à-Réseau (V2N, Véhicule-to-Network)	12
1.3.4 La communication hybride	13
1.3.5 Véhicule-à-Personne (V2P, Véhicule-to-Person)	13
1.4 Les composants utilisés par les modes de communications	14
Station de bord de la route (RSU).....	14
OBU (On-Board Unit)	15

Autorité centrale TA (trusted Authority)	15
1.5 Les objectives DES VANETs	15
1.6 Routage dans les VANETs	16
1.6.1 Classification des protocoles de routage dans les réseaux VANET	16
1.7 CONCLUSION.....	21
Chapitre 2 Véhicule Intelligent et transport intelligent.....	22
2.1 Introduction.....	22
2.2 Véhicule intelligent.....	22
2.2.1 Définition de véhicule intelligent.....	22
2.2.2 Les avantage de véhicule intelligent	23
2.2.3 Les inconvénients de voiture intelligent	24
2.2.4 Défis de voiture intelligentes	25
2.2.5 Les informations collectées pour une voiture intelligente	26
2.3 Le system de transport intelligent (ITS)	27
2.3.1 Définition du system de transport intelligent (ITS)	27
2.3.2 Applications des STI.....	28
2.3.3 Les technologies trouvées dans les ITS	30
2.3.4 Objet et portée des STI	31
2.3.5 Types de services ITS	32
2.4 Infrastructure.....	33
2.4.1 Infrastructure et dynamique sans fil.....	33
2.4.2 Impact de l'électrification des transports et l'énergie renouvelable.....	34
2.4.3 Impact des systèmes d'information et de communication sur l'infrastructures de transport	34
2.4.4 Financer l'infrastructure de transport de l'avenir.....	35
2.4.5 Les architectures système de l'intelligence infrastructures de transport	35

2.5 Conclusion	35
Chapitre 3 Simulation	37
3.1 Introduction.....	37
3.2 Outils de simulations	37
3.2.1 Le simulateur NS2	37
3.2.2 Le simulateur NS-3	38
3.2.3 OMNET++	39
3.2.4 Le simulateur de trafic routier SUMO	39
3.2.5 Netlogo.....	39
3.2.6 Comparaison entre Netlogo et NS-2	40
3.3 Agent et Systèmes multi-Agents.....	41
3.3.1 Agent :	41
3.3.2 Système multi-agent.....	43
3.4 Simulation.....	43
3.4.1 Choix de Netlogo	44
3.4.2 Présentation de Netlogo	44
3.5 La mise en œuvre de model	45
3.5.1 Objectif	45
3.5.2 Scénario.....	46
3.5.3 Paramètres de simulation	46
3.6 Conclusion	65

Table des figures

FIGURE 1.1 MODE AVEC INFRASTRUCTURE [1]	4
FIGURE 1.2 UN EXEMPLE D'UN RESEAU VANET [7]	7
FIGURE 1.3 UN EXEMPLE D'UN LA COMMUNICATION INTER-VEHICULE (V2V) [13]	11
FIGURE 1.4 UN EXEMPLE D'UN MODE DE COMMUNICATION INTER-VEHICULE (V2I) [15]	12
FIGURE 1.5 UN EXEMPLE D'UN MODE DE COMMUNICATION VEHICULE-A-CLOUD(V2C) [17]	13
FIGURE 1.6 UN EXEMPLE D'UN MODE DE COMMUNICATION HYBRIDE [19]	14
FIGURE 1.7 UN EXEMPLE D'UN MODE DE COMMUNICATION VEHICULE-A-PERSONNE V2P [20]	15
FIGURE 1.8 LE SCHEMA DE CLASSIFICATION DES PROTOCOLES DE ROUTAGE VANET [21]	18
FIGURE 1.9 UN EXEMPLE DE ROUTAGE BASE SUR LE CLUSTER.[27]	21
FIGURE 2.1 UN EXEMPLE DE SYSTEME DE TRANSPORT INTELLIGENTS [34]	29
FIGURE 2.2 LA CHAINE D'INFORMATION DES ITS [40].	32
FIGURE 2.3 LES SYSTEMES DE TRANSPORT INTELLIGENTS PRODUCTION INTERNE [40]	33
FIGURE 2.4 STRUCTURE DU SERVICE DE TELEPEAGE [41].	34
FIGURE 3.1 ARCHITECTURE DE BASE DE NS2 [45]	39
FIGURE 3.2 LE SIMULATEUR OMNET++	40
FIGURE 3.3 LOGO DU SIMULATEUR NETLOGO v 6.2.2	41
FIGURE 3.4 ENVIRONNEMENT DE SIMULATION.	48
FIGURE 3.6 INTERFACES DE SIMULATION DE NOTRE MODEL	54
FIGURE 3.7 CREATIONS DES PORTEES RADIO PAR LE BUTTON PORTEE	55
FIGURE 3.8 FONCTIONNEMENTS DE BOUTON ECLAIRAGES ET PANNEAU	55
FIGURE 3.9 REPRESENTATIONS DE FONCTIONNEMENT DE BOUTON GO	56

FIGURE 3.10 REPRESENTATIONS DE FONCTIONNEMENT DE BOUTON ALLUMER
56

FIGURE 3.11 REPRESENTATIONS DE FONCTIONNEMENT DE BOUTON ETEINDRE
57

FIGURE 3.12 LE FONCTIONNEMENT DE BOUTON LIBERER-LA-VOIE
58

Liste des tableaux

TABEAU 3.1 COMPARAISONS ENTRE NS2 ET NETLOGO
42

TABEAU 3.2 COMPARAISON ENTRE L'AGENT ET COGNITIF
43

TABEAU 3.3 PARAMETRES DES AGENTS UTILISES
50

Liste des abréviations

AODV	Ad-Hoc On- demand Distance Vector
BSS	Basic Service Set
C++	language source code file
DSR	Dynamic Source Routing
DSDV	Sequenced Distance Vector
DTN	Delay Tolerant Network
ESS	Extended Service Set
GSR	Global State Routing
GPSR	Geographic Perimeter Stateless Routing
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile communication
IBSS	Independent Basic Service Set
MANET	Mobile Ad hoc Net Work
NON-DTN	Non-Delay Tolerant
NS3	Network Simulateur 3
OLSR	Optimized Link State Protocol
OBU	On-Board Unit
OTCL	Old Town Country Landing
OMNET++	Online Summit
P2P	Peer to Peer
STI	Système de transport intelligent.
SUMO	stands for Simulation of Urban Mobility
SMA	System Milty Agent
TA	Trusted Authority

TTL	Time to Live
TSP	Transit signal priority
VANET	Vehicular Ad-Hoc Network
V2I	Vehicle to Infrastructure
V2N	Vehicle to Network

Introduction générale

Aujourd'hui, l'utilisation Des réseaux sans fil ont connu un essor spectaculaire, le développement de ces derniers et l'apparence des réseaux de télécommunication fait naissance aux Systèmes de Transport Intelligents qui rendent le système routier plus efficace en traitant des situations de danger dans la route et en gérant la communication entre les véhicules pour qu'ils peuvent s'alerter en cas de danger à l'aide des infrastructures installé dans la route, pour fournir des informations sensibles à consulter afin de réagir proprement en toute sécurité en cas des accidents pour protéger les usagers de la route et d'éviter que d'autres catastrophes se produisent. C'est ainsi qu'a été introduite la technologie VANET.

VANET est une classe distincte des MANET dont les nœuds sont des Véhicules mobiles sans infrastructure préexistants pour communiquer, font actuellement l'objet d'une attention accrue de la part des constructeurs et des chercheurs, afin d'améliorer leurs sécurités sur les routes ou encore les aides proposées aux conducteurs qui agissent et communiquent avec d'autres en échangeant des messages de manière efficace.

L'objectif principal de notre travail est d'étudier les réseaux VANET et leurs importances dans le monde moderne, nous allons parler tout au long de ce mémoire en détail de la structure et des méthodes utilisées pour les interconnexions entre véhicules intelligents dans VANET, et dans notre partie pratique, nous allons simulé un scénario routier qui consiste à communiquer entre les véhicules pour être en raison de prévenir l'accident, et voir l'utilité des systèmes de véhicules modernes.

Ce mémoire est structuré comme suit :

Dans le premier chapitre, nous donnerons une vue d'ensemble sur les réseaux sans fil et les principes de base de réseaux véhiculaires VANET, les technologies de communication, les protocoles de routage et les défis.

Dans le deuxième chapitre nous allons présenter une description détaillée du véhicule intelligent, le système de transport intelligent ITS et l'infrastructure qu'on combine afin d'avoir un system de transport efficace.

Le dernier chapitre est consacré à la simulation de scenario de communication lors d'un accident.

Enfin, nous concluons ce travail par une conclusion générale.

Chapitre 1 Mode, défis, routage dans VANET

1.1 INTRODUCTION

Les développements récents dans les communications et les réseaux sans fil ont donné naissance à un nouveau réseau mobile appelé VANET, ce dernier est rapidement devenu un domaine actif de la recherche et de la standardisation vu les méthodes récentes développées pour garantir la qualité de service. Les VANETs visent principalement à fournir des informations relatives à la sécurité et à la gestion du trafic et des services de divertissement permettant d'améliorer le confort des usagers.

Dans cette première partie de notre mémoire, nous détaillerons en premier l'architecture et les caractéristiques des réseaux véhiculaires sans fil. Par la suite, nous présenterons les défis et les objectifs de VANET. À la fin, nous allons citer les différents protocoles de routage, leur fonctionnement et utilité dans les réseaux VANET.

1.1.1 Réseaux sans fil

Un réseau sans fil est un ensemble d'appareils communiquant sans liaison filaire cependant, il utilise des ondes radio (liaison radio ou liaison infrarouge) au lieu des câbles habituels (coaxial, paire torsadée ou fibre) pour établir la communication, Les réseaux sans fil peuvent être divisés en deux catégories, communications cellulaires où les clients sans fil se connectent à des points d'accès (tels que des répéteurs ou des commutateurs en Ethernet) et réseaux sans infrastructure ou réseaux ad hoc où les clients se connectent les uns aux autres sans points d'accès pour former un réseau Peer-to-Peer dans lequel chaque machine joue à la fois un rôle de client et un rôle de point d'accès (par exemple, l'échange de fichiers entre ordinateurs portables dans les trains, les rues, Les cafés, etc.) [1].

1.1.2 Réseaux avec infrastructure (cellulaire)

En mode infrastructure, les unités mobiles communiquent avec les unités fixes appelés points d'accès AP uniquement via des liaisons sans fil, L'ensemble composé du point d'accès et de l'unité mobile est appelé l'ensemble de station de base.

A chaque station de base correspond une cellule à partir de laquelle des unités mobiles transfèrent des messages. La Figure 1.1 illustre un réseau avec infrastructure [2].

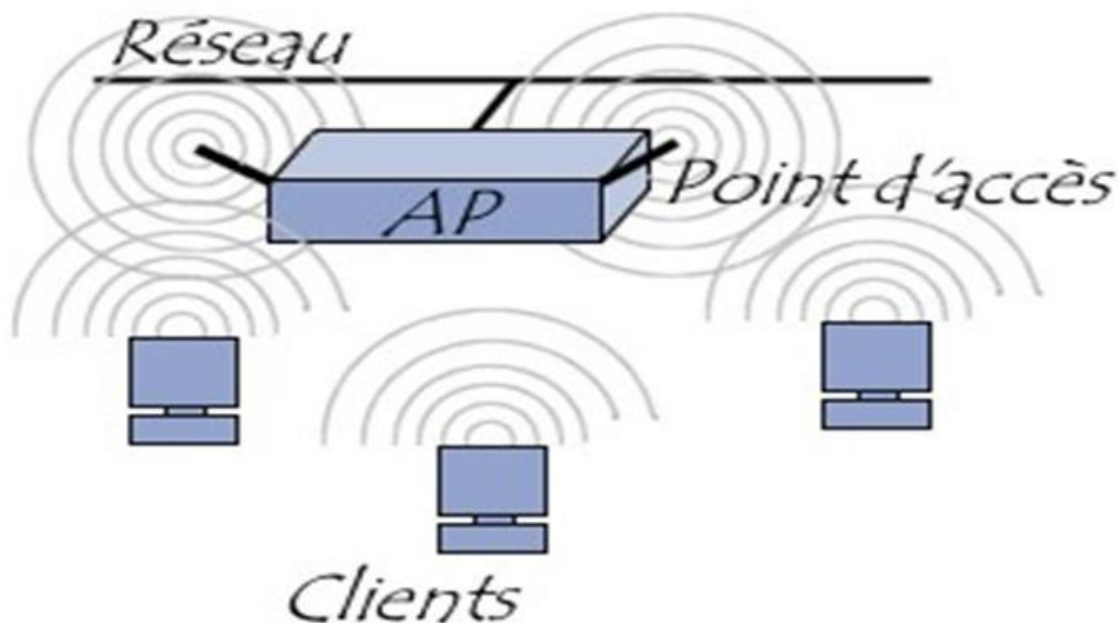


Figure 1.1 Mode avec infrastructure [1]

1.1.3 Réseaux sans infrastructure (ad hoc)

Les réseaux mobiles sans infrastructure, appelés réseaux Ad hoc ou IBSS (Independent Basic Service Set), dans un modèle sans infrastructure, il n'y a pas de concept de sites fixes ou de points d'accès.

Dans ces tous les sites du réseau sont connectés les uns aux autres pour construire un réseau peer-to-peer (P2P pour Peer to Peer). Par conséquent, chaque machine agit à la fois comme client et point d'accès, ce type de réseau est appelé un réseau Ad-Hoc. **La figure 1.2** présente le schéma d'un réseau sans infrastructure.

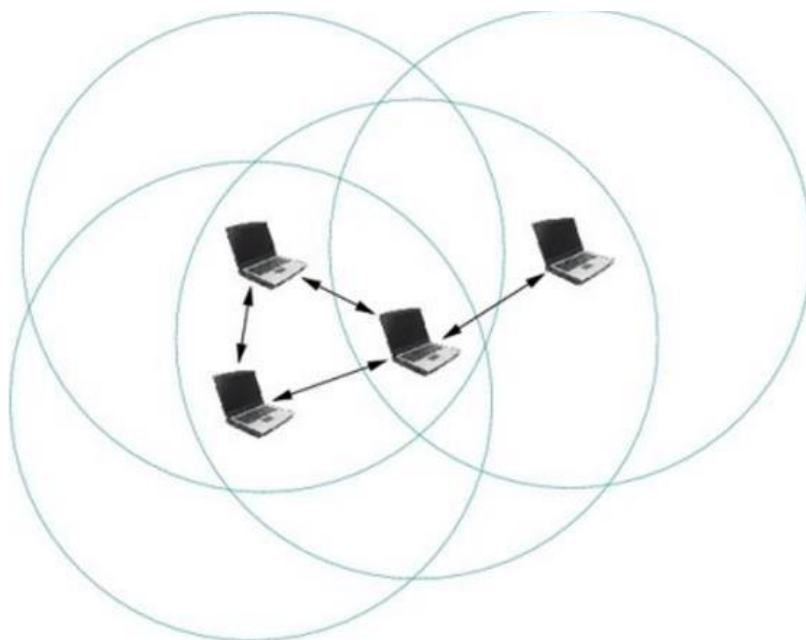


Figure 1.2 le mode sans infrastructure (IBSS) [3].

1.1.4 Définition du réseau mobile Ad Hoc

Un réseau mobile ad hoc, appelé MANET (Mobile Ad Hoc Network), est donc un système autonome de nœuds mobiles pouvant fonctionner de manière isolée ou s'interfacer avec un réseau fixe via une passerelle.

MANET étant un réseau sans infrastructure, il résulte de la communication entre différents sites, il n'est donc pas facile à identifier, la nature dynamique du réseau doit également être prise en compte.

Les réseaux mobiles ad hoc subissent de fréquents changements de topologie à mesure que les nœuds se déplacent. Des protocoles appropriés doivent être utilisés et la mobilité des nœuds doit être prise en charge, les chemins construits dans ce réseau doivent être continuellement mis à jour, un défi important en matière de conception de la sécurité réside dans les contraintes de

ressources strictes de MANET. La bande passante du canal sans fil est limitée et partagée par plusieurs entités du réseau La figure 1.3 montre un exemple de réseaux Ad Hoc. [4].

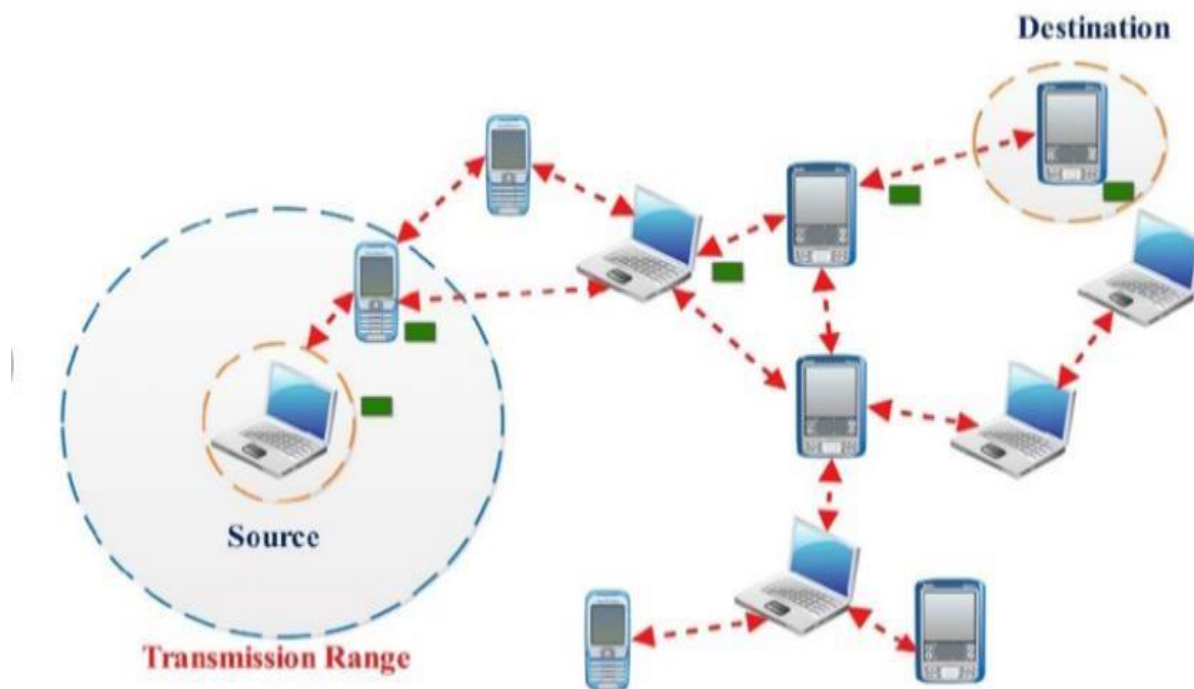


Figure 1.3 : un exemple de réseau Ad hoc [5]

1.2 Réseaux véhiculaires VANET

1.2.1 Définition d'un réseau VANET

La technologie sans fil a connu une progression rapide ces dernières années, ce qui a donné naissance à de nouveaux systèmes de communication, l'idée première a été de rendre les véhicules et les routes plus intelligents, L'architecture sur laquelle se base les systèmes de transport Intelligent est connue sous le nom de VANET (Vehicular Ad-Hoc Network) ou réseaux Ad-Hoc véhiculaire. Les réseaux véhiculaires ad hoc (VANETs) sont un type particulier de réseaux mobiles ad hoc (MANET), où les véhicules sont simulés comme des nœuds mobiles, ils ont leur propre modèle de mobilité contrôlée, asservi à la réglementation de la circulation automobile. Les véhicules se déplacent généralement plus rapidement que les autres nœuds de type MANET Étant donné que la portée du réseau sans fil de chaque véhicule peut être limitée à quelques centaines de mètres, les

messages doivent traverser plusieurs nœuds pour fournir une communication de bout en bout sur de longues distances, La Figure 1.4 montre un exemple d'un réseau VANET [6].

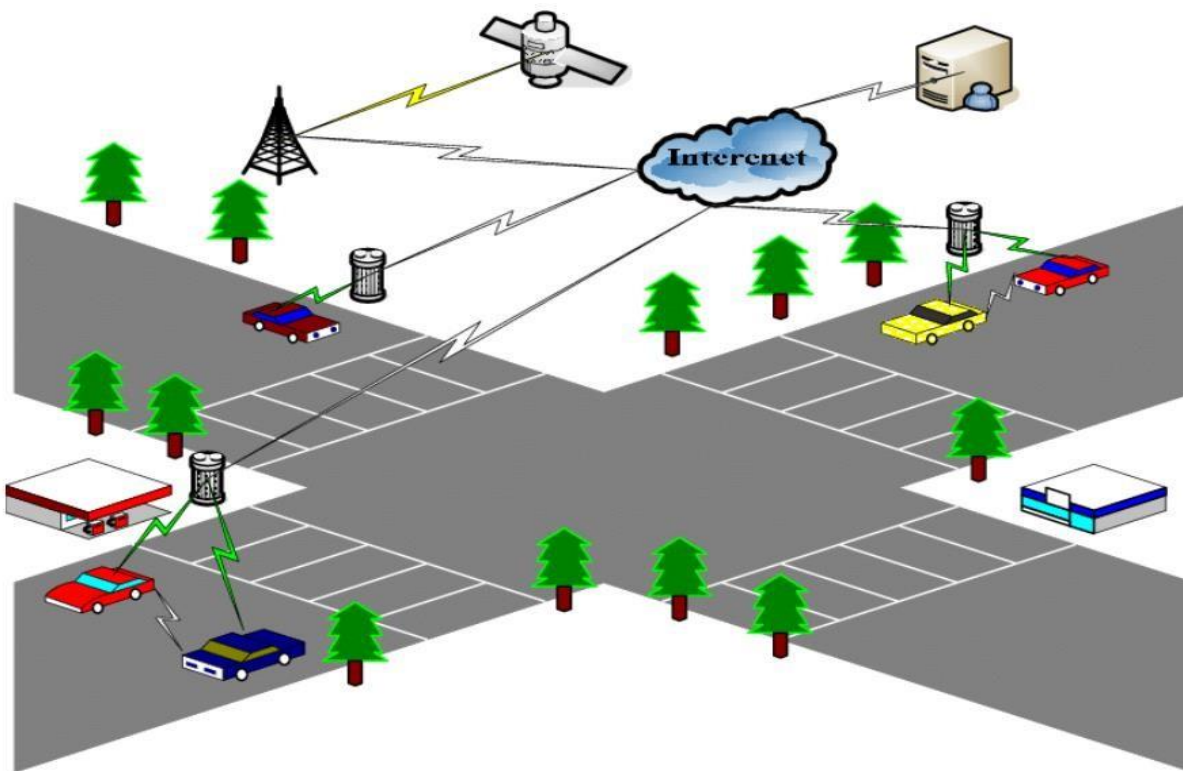


Figure 1.4 Un exemple d'un réseau VANET [7]

1.2.2 Caractéristiques des VANETS

De nombreux objectifs de conception différente et parfois contradictoire doivent être pris en compte pour que les VANET assurent

- **Topologie hautement dynamique** : vitesse élevée des véhicules et possibilité de choisir entre plusieurs chemins définissent la topologie dynamique des réseaux VANET.[9]
- **Mobilité** : La vitesse élevée des véhicules définit d'une part la topologie dynamique et d'autre part les besoins fréquents de l'unité de bord de route, alors, la connectivité est de courte durée.
- **Connectivité** : Une fois que nous avons un modèle de mobilité, nous n'avons pas encore terminé. Le modèle de mobilité peut avoir des caractéristiques différentes selon

l'architecture de la route, les autoroutes ou les environnements urbains. La communication dans ces situations doit être prise en compte.[9]

- **Contraintes de délai :** En cas d'urgence, la livraison des messages à temps est un problème critique. Par conséquent, il est préférable de gérer de telles situations plutôt que de parler uniquement de débits de données élevés.
- **Capacité d'énergie et stockage :** Les nœuds des réseaux VANET ne sont pas limités en termes de puissance et de stockage comme c'est le cas dans les réseaux de capteurs, Cela signifie que ce type de réseau ne souffre pas de problèmes énergétiques même en cas d'arrêt du système par conséquent, l'optimisation du cycle de fonctionnement n'est pas aussi pertinente que dans les réseaux de capteurs [9].

1.2.3 Défis

Bien que les réseaux ad hoc véhiculaires partagent des caractéristiques communes avec les réseaux ad hoc et de capteurs conventionnels, comme l'auto-organisation et l'absence de contrôle central, les VANET présentent des défis uniques qui ont un impact sur la conception du système de communication et la sécurité de son protocole.

Ces défis sont les suivants :

Le nombre potentiellement élevé de nœuds

Si l'on considère les VANET comme la base technique des systèmes de transport intelligents, nous nous attendons à ce qu'une grande partie des futurs véhicules soient équipés de capacités de communication pour la communication véhiculaire. En tenant compte des unités routières potentielles supplémentaires, les réseaux VANET doivent être évolutifs avec un nombre très élevé de nœuds.

Forte mobilité et changements fréquents de topologie

Ces nœuds peuvent se déplacer à grande vitesse le long des routes et des autoroutes. Par conséquent, dans certains scénarios, comme lorsque des véhicules se croisent, le temps d'échange de paquets de données est relativement court, généralement de l'ordre de quelques secondes. De

plus, les nœuds intermédiaires dans la chaîne sans fil multi-sauts du nœud expéditeur peuvent se déplacer rapidement cela représente le principal défi à relever lors de la conception des mécanismes de sécurité mis en œuvre dans ces réseaux.

La route établie entre les deux nœuds est souvent interrompue, le réseau peut être divisé, l'impact de la mobilité La connectivité Internet reste l'une des principales difficultés des véhicules [10].

Exigences élevées des applications en matière de livraison de données

Les applications importantes de VANET sont exploitées pour la sécurité du trafic afin d'éviter les accidents de la route, incluant potentiellement la sécurité de la vie. Ces applications ont des exigences élevées en termes de temps réel et de fiabilité. Un retard de bout en bout de quelques secondes peut rendre une information de sécurité insignifiante. La perte de messages, par exemple en raison d'attaques de sécurité, peut affecter les décisions de mort ou de vie. En outre, ces applications sont généralement basées sur une distribution de données par diffusion inondation à portée géographique où les nœuds de destination sont ceux situés dans cette zone.

Sécurité

Pour les applications de sécurité, les informations contenues dans un message intéressent tous les usagers de la route et ne sont donc pas confidentielle, les capacités de communication des véhicules peuvent révéler des informations sur le conducteur ou l'utilisateur, telles que l'identifiant, la vitesse, la position et les habitudes de mobilité. Malgré la nécessité d'authentifier et de non-répudier les messages de sécurité, la vie privée des utilisateurs et des conducteurs doit être respectée, en particulier la confidentialité et l'anonymat de la localisation [10].

1.3 Mode de communication des VANETs

La sécurité est l'un des domaines d'intérêt de VANET qui connaît la croissance la plus rapide. L'Amélioration, la réactivité et la sécurité du conducteur en cas d'incidents routiers. De nos jours, l'importance de la communication inter-véhicules est croissante en raison de son rôle dans l'organisation de la route, Pour concevoir une architecture de communication de réseaux de type VANETs, nous abordons trois modes essentiels :

1.3.1 Communication inter-véhicule (V2V)

Dans la communication V2V, véhicule à véhicule (V2V) les messages doivent être acheminés de la source vers une ou plusieurs destinations, Nous intéressons à la communication entre véhicules Une façon de propager l'information entre les véhicules très rapidement, chaque nœud qui reçoit cette information va simplement la rediffuser.

Pour éviter la duplication infinie des paquets, chaque nœud ne diffusera un paquet donné qu'une fois au maximum. [12]

De plus un compteur de temps de vie (TTL) peut être utilisé pour limiter la zone où le paquet est distribué, La Figure 1.5 montre un exemple d'un mode de communication inter-véhicule (v2v)



Figure 1.5 Un exemple d'un la communication inter-véhicule (V2V) [13]

1.3.2 Communication véhicule-infrastructure (V2I)

La communication véhicule à infrastructure (V2I) est l'échange sans fil de données entre les véhicules et l'infrastructure routière, en utilisant des fréquences de communication dédiées à courte portée pour transférer des données.

Ce mode de communication permet aux véhicules de partager des informations avec les composants qui prennent en charge le réseau routier peut fournir des avantages tel que les la réduction des embouteillages, des accidents dans les routes et les zones de construction [14], La Figure 1.6 montre un exemple d'un mode de communication inter-véhicule(V2I).

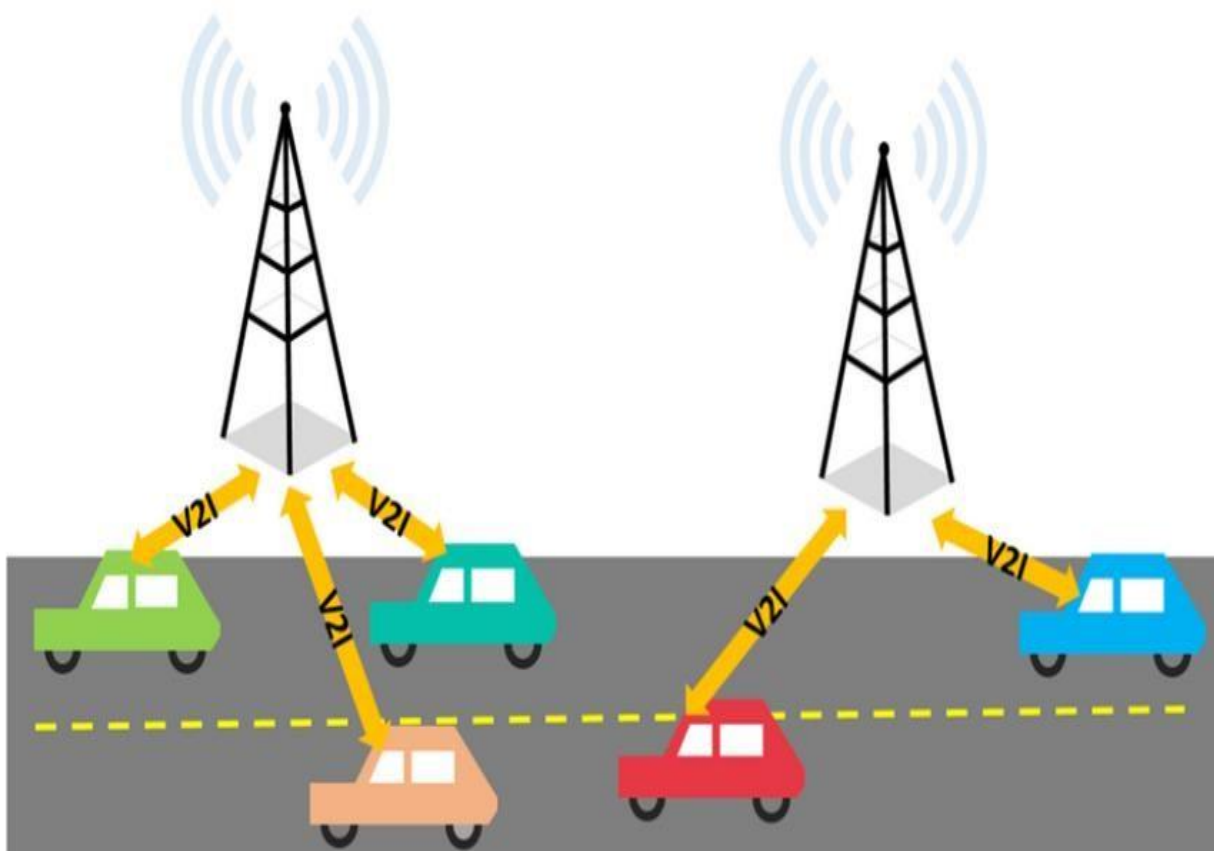


Figure 1.6 Un exemple d'un mode de communication inter-véhicule (V2I) [15]

1.3.3 Véhicule-à-Réseau (V2N, Véhicule-to-Network)

Les technologies V2N (Véhicule to Network) vise à transmettre des informations entre les véhicules et les appareils qui appartiennent au réseau de communication.

De plus ces communications V2N garantissent l'accès à Internet et l'échange des données [16]. Par conséquent, les véhicules peuvent les utiliser pour se connecter à des services distants. Ensuite, nous pouvons parler de communication Véhicule-à-Cloud (V2C, Véhicule to Cloud). Ces services Cloud peuvent notamment correspondre à des applications de gestion globale de sécurité routière ou de gestion du trafic routier [17] La Figure 1.7 montre un exemple d'un mode de communication Véhicule-à-Cloud (V2C).

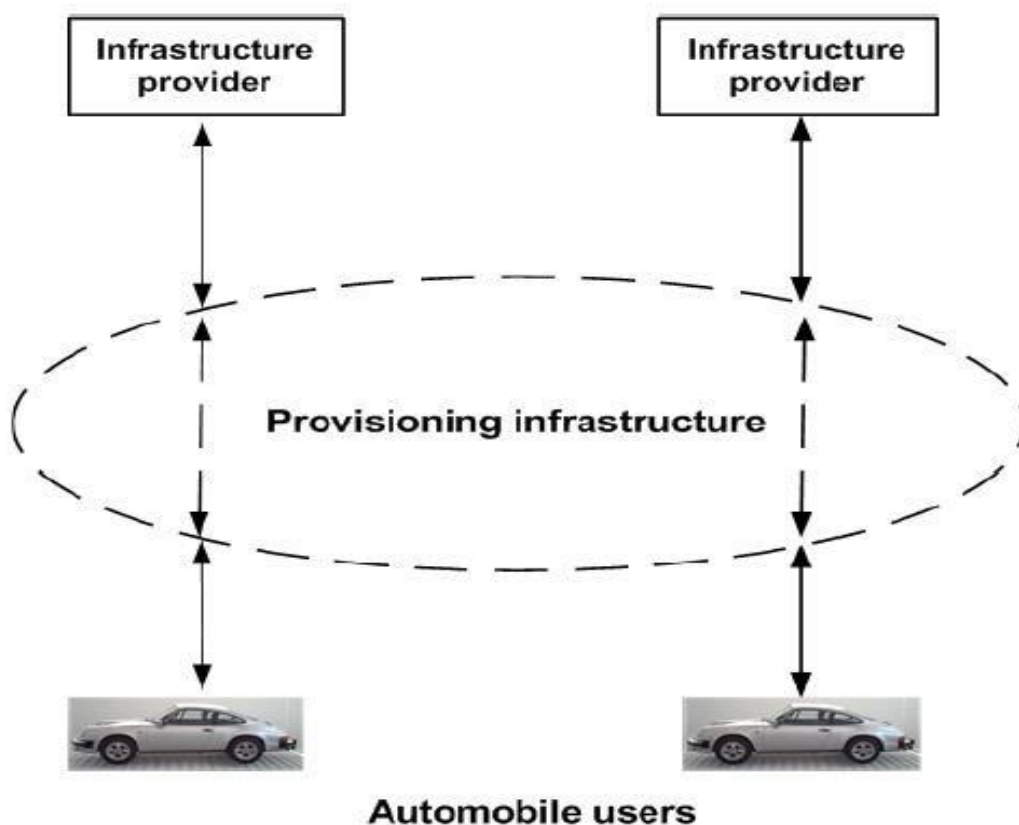


Figure 1.7 Un exemple d'un mode de communication Véhicule-à-Cloud(V2C) [17]

1.3.4 Communication hybride

C'est la combinaison de la Communication véhicule-infrastructure (V2I) avec la communication de véhicules à véhicule (V2V) pour faire une diffusion des données efficaces. Le principe est de rediffuser les mêmes paquets de données depuis l'infrastructure ou réduire le temps d'attente des véhicules demandeurs. Néanmoins, plusieurs véhicules demandeurs doivent concourir une bande passante limitée dans la zone de couverture d'un bord de route unité (RSU) [18].

La Figure 1.8 montre un exemple d'un mode de communication hybride.

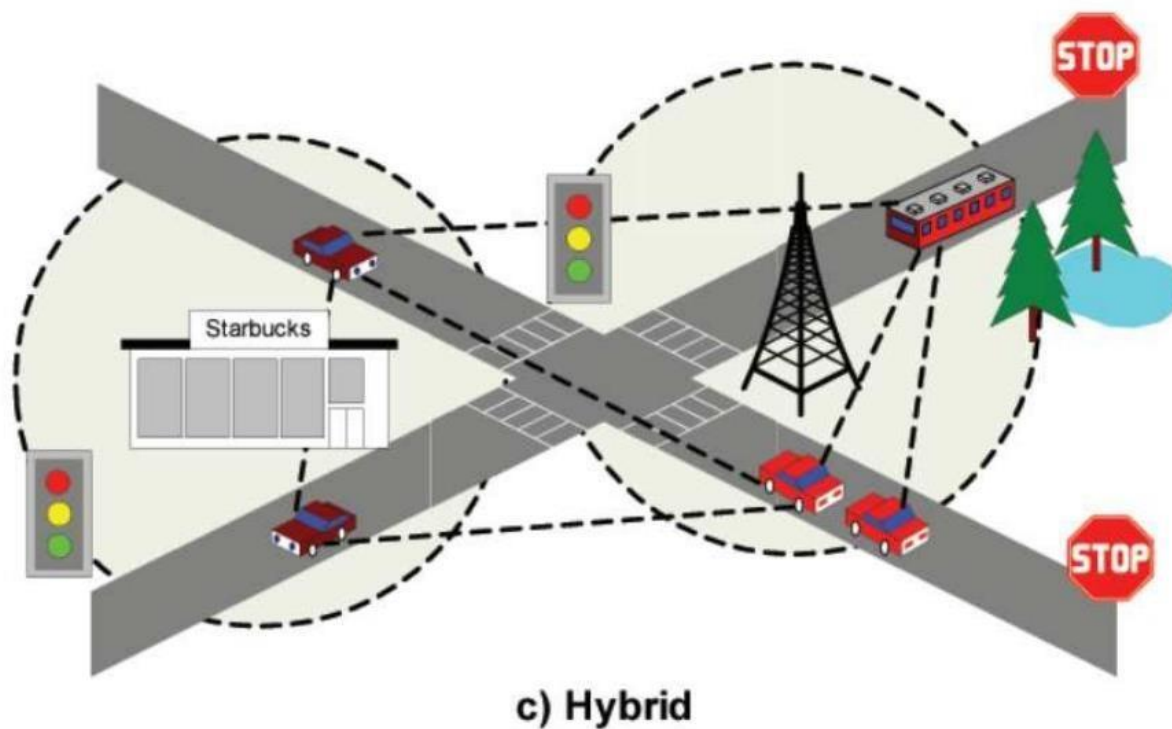


Figure 1.8 Un exemple d'un mode de communication hybride [19]

1.3.5 Véhicule-à-Personne (V2P, Véhicule-to-Person)

Il s'agit des communications entre véhicules et usagers non motorisés de la route : piétons, cyclistes, etc. Ces communications doivent réduire les risques de collisions entre les véhicules et les usagers de la route. Pour cela, la communication V2P peut s'appuyer sur différentes technologies

(Bluetooth Low Energy, Ultra Wideband, Cellular) [20]. Ces communications peuvent également prendre différentes formes. Tout d'abord, unilatérale, dans ce cas, une seule des entités est avertie de l'arrivée de l'autre entité (usager de la route ou véhicule). Ensuite, bilatérale, dans ce cas, les deux entités (usager de la route et véhicule) sont informées du risque lié à l'arrivée de l'autre entité. La Figure 1.9 montre un exemple d'un mode de communication Véhicule-personne V2P.

1.4 Composants utilisés par les modes de communications

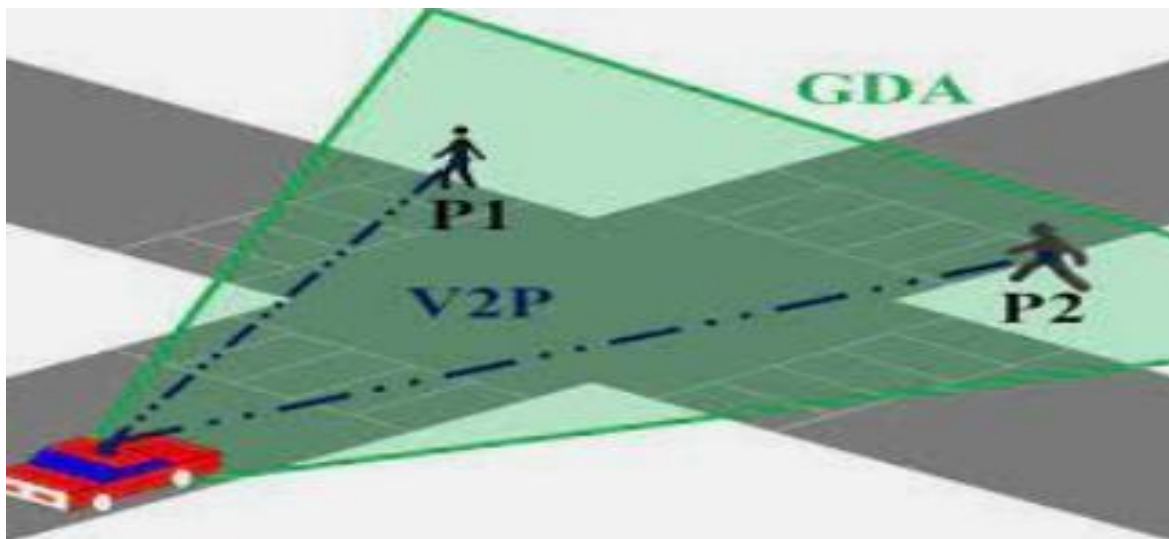


Figure 1.9 Un exemple d'un mode de communication Véhicule-à-Personne V2P [20]

Station de bord de la route (RSU)

Un RSU est un dispositif ondulé qui est généralement fixé le long d'une route ou à un endroit spécifique. Le RSU est équipé d'un périphérique réseau pour une Communication à courte portée, qui peut également communiquer en diffusant des données liées à l'état du trafic et la route.

OBU (On-Board Unit)

OBU est un appareil à ondes, généralement installé sur le véhicule Utilisé pour échanger des informations avec RSU ou d'autres OBU et Comprend un processeur de contrôle des ressources (RCP) et des ressources.

Autorité centrale TA (trusted Authority)

Une autorité centrale ou autorité de confiance est un tiers de confiance dont le rôle est de signer et d'émettre des certificats numériques. Dans certains cas, l'Autorité centrale (AC) peut également révéler l'identité de l'expéditeur du message.

1.5 Objectifs de VANET

En général, les objectifs du VANET sont d'améliorer la sécurité et l'efficacité des systèmes de transport.

Les VANET fourniront différents services, dont certains sauveront des vies en prévenant les accidents, d'autres apporteront le luxe dans les voyages, et d'autres encore soutiendront les transactions commerciales. Certains services importants des VANET sont énumérés ci-dessous :

Mises à jour du trafic : VANET fournira des mises à jour localisées du trafic. Les conducteurs peuvent obtenir les dernières informations sur le trafic de loin. Ces informations peuvent aider les conducteurs à prendre des décisions pour éviter les embouteillages avant d'atteindre leur destination.

Suggestion d'itinéraire : Le réseau VANET fournira une analyse comparative des itinéraires possibles vers la destination. Ces informations peuvent aider les conducteurs à choisir le bon itinéraire.

Signal d'avertissement d'urgence : le réseau VANET aidera à diffuser des messages d'avertissement lorsque la voiture qui précède freine soudainement.

Objectif commercial : Les organisations privées peuvent utiliser le réseau VANET pour faire la publicité de leurs services et biens. Par exemple, les hôtels peuvent utiliser des RSU (unités routières) devant eux pour annoncer leurs services. Les clients peuvent réserver n'importe quel service à distance en utilisant le réseau VANET. Par exemple, un client peut réserver une chambre d'hôtel avant d'arriver à l'hôtel, en utilisant les VANET.

Signal d'alerte environnemental : Les réseaux VANET peuvent fournir des avertissements de danger environnemental. Tels que le verglas, les dommages aux routes, la construction du site, etc.

1.6 Routage dans les VANETs

Le routage du réseau VANET est un mécanisme important pour tous les services supportés, unicast ou multicast, se basent sur des communications multi-saut pour l'acheminement des données entre une paire de nœuds distants, L'amélioration des performances des mécanismes de routage dans les réseaux ad hoc a été l'un des principaux objectifs des chercheurs.

Cela se traduit par l'apparition de centaines de protocoles Pour effectuer l'échange, les protocoles de routage utilisent des informations locales, régionales ou globales concernant le réseau et prennent en considération les caractéristiques du réseau VANET.

1.6.1 Classification des protocoles de routage dans les réseaux VANET

Selon la structure de réseau utilisée pour trouver des itinéraires, VANET propose des protocoles de routage qui peuvent être classés en 3 grandes catégories : routage basé sur la topologie, la géographie et basé sur les clusters. La *Figure 1.10 montre* le schéma de classification de ces protocoles.

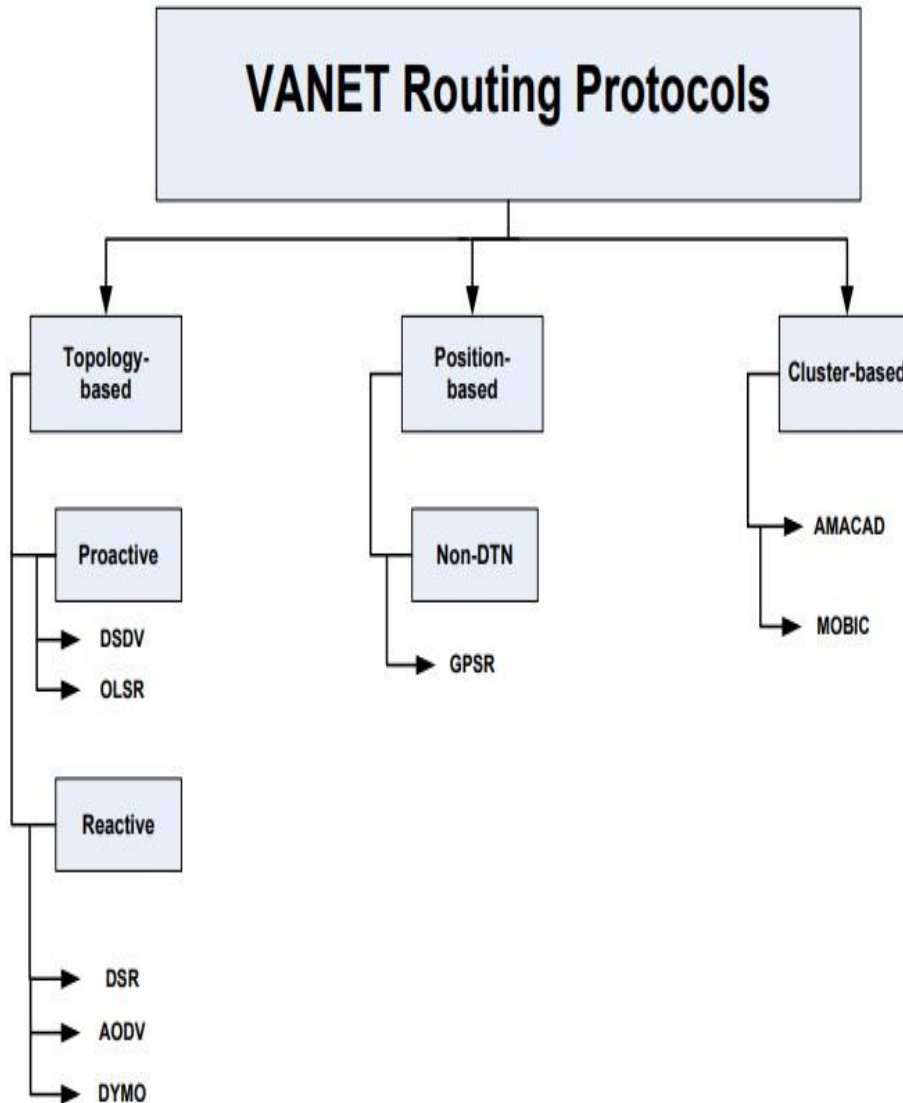


Figure 1.10 Le schéma de classification des protocoles de routage VANET [21]

Le principe de chaque catégorie est expliqué dans les sections suivantes :

Protocole de routage basé sur la topologie

Le principe de base du routage basé sur la topologie est l'établissement de bout en bout entre le nœud source et le nœud de destination en utilisant des liens topologiques connus existant entre les nœuds VANET en présente deux grands types dans cette section.

Ces protocoles de routage utilisent les informations de liaison qui existent dans le réseau pour envoyer les paquets de données de la source à la destination. Ils peuvent également être classés en routage actif (piloté par table) et réactif (à la demande).

Protocoles Proactive

Les protocoles proactifs sont utilisés pour établir les routes à l'avance sur la base de l'échange périodique de tables de routage.

Protocol DSDV

Est un état de liaison de protocole proactif. Basé sur l'algorithme Bellman-Ford, qui est un algorithme piloté par des tables de routage pour les réseaux mobiles ad hoc. Dans ce protocole, les nœuds maintiennent une table d'informations de saut suivant et échangent les informations de la table avec leurs voisins et chaque entrée de la table de routage contient une séquence nombre. [22]

Protocole OLSR

OLSR est un protocole à état de liens, qui optimise le mode de diffusion des messages de contrôle pour économiser la consommation de la bande passante grâce à l'utilisation du concept de relais multipoint dans lequel chaque nœud sélectionne un sous-ensemble de ses voisins pour transmettre ses paquets lors de la diffusion. Sur la base de la distribution utilisant les MPR, tous les nœuds du réseau sont atteints avec moins de répétitions [23].

Protocoles réactifs

Les protocoles réactifs adoptent des algorithmes classiques tels que le routage par vecteur de distance, il commence la découverte de route lorsqu'un nœud doit communiquer avec un autre nœud donc il réduit le trafic réseau, les données a voyagé à travers des liens bidirectionnels ou en superposant l'itinéraire dans un acheminement de paquet de réponse via l'inondation.

Dans le routage source, chaque paquet de données peut atteindre le nœud de destination en utilisant tous les nœuds adresses de la route complète (de la source à la destination) conservées dans son en-tête [24].

Protocol AODV

Le protocole de routage Ad Hoc (On Demand Distance Vector) est un protocole de routage réactif qui établit une route lorsqu'un nœud nécessite l'envoi de paquets et permet un routage à la demande dynamique, à démarrage automatique et multi-sauts pour le sans-fil mobile réseaux ad hoc. AODV découvre des chemins sans routage source et maintient la table au lieu du cache de route [25].

Protocol DSR

Le protocole DSR c'est un Protocol réactif composé de deux mécanismes distincts : le premier est utilisé pour trouver des routes à la demande, et le second est responsable de la maintenance de la route de communication en cours.

Protocoles de routage basés sur la géographique

Les protocoles de routage géographiques (également appelé routage basé sur la position). Le routage basé sur la géographie transmet les paquets de données du nœud source au nœud de destination via un ensemble de nœuds intermédiaires, en utilisant leurs coordonnées géographiques obtenues à partir de des cartes routières ou des systèmes de navigation installés à bord, Les protocoles de routage géographiques sont les plus adaptés pour les réseaux ad hoc de véhicules, Étant donné que le mécanisme de routage est basé sur les données géographiques des nœuds.

Le routage basé sur la position peut être classé en protocoles de routage de réseau sans tolérance de retard (non-DTN) et en protocoles de routage de réseau à tolérance de retard (DTN). Dans cette catégorie, nous avons présenté le protocole GPSR

Protocol GPSR

GPSR est l'un des protocoles basés sur la position les plus connus GPSR utilise les informations de destination du voisin le plus proche afin de transmettre le paquet. Dans GPSR, chaque nœud a connaissance de sa position actuelle ainsi que des nœuds voisins. La connaissance des positions des nœuds fournit un meilleur routage et fournit également des connaissances sur la destination. [26]

- **protocoles de routage basés sur les clusters (groupes)**

Dans les protocoles de routage basés sur les clusters, les véhicules proches les uns des autres forment un cluster. Chaque cluster a un cluster-Head, qui est responsable des fonctions de gestion intra et inter-clusters. Les intra-cluster communiquent entre eux à l'aide de liens directs, tandis que la communication inter-cluster s'effectue via le cluster en-têtes. Dans les protocoles de routage basés sur des clusters, la formation de clusters et la sélection du chef de cluster sont une question importante. Dans VANET, en raison de la forte mobilité, la formation de clusters dynamiques est un processus imposant. [24]. Dans cette catégorie, nous avons présenté le protocole MDAC. La *Figure 1.11* montre un exemple de routage basé sur les clusters.

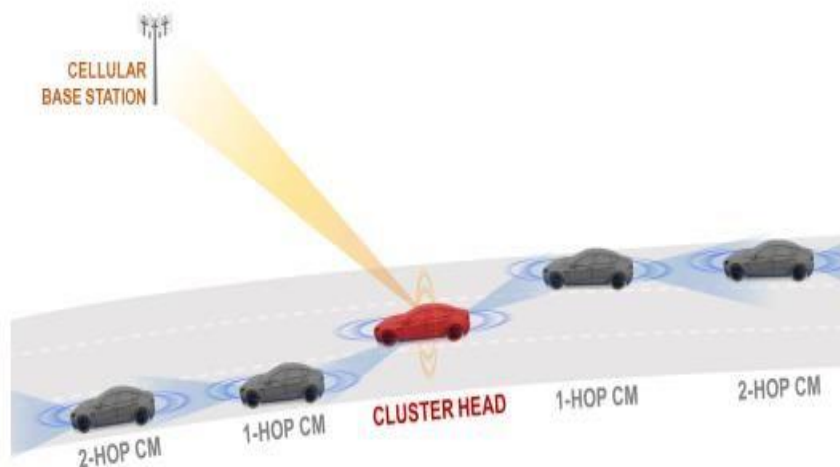


Figure 1.11 Un exemple de routage basé sur le cluster.[27]

Protocol MDAC

Protocol MDAC tient compte de la destination du véhicule pour organiser les clusters et met en œuvre un mécanisme de messagerie efficace pour répondre en temps réel et éviter le regroupement global. Cet algorithme essaie de suivre le modèle de mobilité du réseau et prolonger la durée de vie du cluster et réduire le surcoût global. Il pourrait y avoir un problème avec la connaissance de la finale destination a priori car les conducteurs n'utilisent généralement pas le système de navigation pour des raisons connues itinéraire. La taille du cluster est variable en fonction de la densité des véhicules [28].

1.7 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté en générale les réseaux sans fil et les réseaux ad hoc véhiculaires en particulier, nous avons exploré les modes de communication, les objectifs et les défis qui se trouve dans VANET, en terminant par la précision de différents protocoles de routage. Ces protocoles implémentent différentes techniques basées pour la plupart des informations relatives à l'intelligence des véhicules.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter quelques informations spécifiques aux véhicules intelligents ainsi que la notion system de transport intelligent.

Chapitre 2 Véhicule Intelligent et transport intelligent

2.1 Introduction

L'intelligence artificielle aide les humains dans leurs tâches, elle s'est beaucoup développée ces derniers temps dans de nombreux domaines, y compris les véhicules intelligents qui ont connu un large éventail de secteurs et de cas d'utilisation, ce qui aide dans le domaine de transport routier et peut répondre aux attentes de la société en matière de sécurité routière, de confort de conduite, d'amélioration du trafic, d'optimisation de l'énergie embarquée et d'utilisation des infrastructures.

Dans ce chapitre nous allons présenter le véhicule intelligent et des diverses technologies et éléments que ce dernier devra combiner afin d'avoir un résultat qui pourra satisfaire les attentes.

2.2 Véhicule intelligent

2.2.1 Définition de véhicule intelligent

Un véhicule intelligent peut être définie comme un véhicule qui prend en charge ou remplace les fonctions autonomes indépendamment du contrôle du conducteur. Cette évolution des équipements améliore le confort de conduite, le confort des passagers, la sécurité passive et la sécurité active, en utilisant l'intelligence artificielle pour se déplacer contrairement à une voiture normale, de nombreuses technologies pour connaître le chemin et connecter avec les autres voitures pour utiliser l'infrastructure routière afin de transporter les passagers jusqu'à leur destination.

Le principal rôle est le soutien au travail du conducteur en donnant des conseils ou des avertissements ou en contrôlant directement le véhicule, de manière temporaire ou permanente. Pour les mêmes raisons que les conducteurs, les voitures intelligentes ont besoin de systèmes de perception adaptés aux missions qui leur sont assignées.

2.2.2 Les avantages de véhicule intelligent

- **Beaucoup moins de stationnement est nécessaire :** Certaines voitures intelligentes peuvent être garées verticalement au lieu d'être parallèles, cela réduira considérablement les problèmes de mauvais stationnement, et la possibilité de réserver des places de stationnement spécifiquement pour les voitures intelligentes, nombreux propriétaires de magasins et de bâtiments commerciaux réservent des places de stationnement spécifiquement pour ce véhicule est également un gros avantage. De plus, la pièce est petite, vous n'avez donc pas à vous soucier de demander de l'aide à quelqu'un lorsque vous déménagez [29].

- **Limiter le nombre d'accidents de la circulation :** De nombreux accidents et de la circulation sont dus à une erreur humaine, Les voitures autonomes doivent être considérablement réduites en nombre pour une raison très simple. Ne soyez jamais fatigué ou distrait en conduisant.

- **Faible impact environnemental et plus économiques :** les voitures intelligentes existent pour réduire la pollution. Ces véhicules écologiques consomment moins d'essence, et certains utilisent même l'énergie solaire ou l'électricité

Dans la plupart des cas, ils sont beaucoup moins utilisés. De nombreux véhicules sont des hybrides ou même des véhicules électriques, de plus grâce à l'électronique intégrée, vous pouvez prédire les itinéraires les plus courts et les plus économiques [29].

- **Réduisez les accidents :** en raison de sa taille Parce qu'ils sont si petits, ils ne feront pas beaucoup de dégâts. Lorsqu'il y a suffisamment de ces petites voitures sur la route.

- **Mobilité :** Les applications de mobilité liées aux voitures connectées peuvent aider les conducteurs à naviguer plus efficacement sur les routes, tout en aidant les opérateurs de systèmes de transport en commun à améliorer les opérations globales du système, en réduisant les retards causés par les embouteillages [30].

2.2.3 Les inconvénients de voiture intelligent

- **Perde d'emploi** : Les moyens de transport traditionnel a des graves conséquences pour les chauffeurs et leur travail comme cela s'est produit dans les pays développés, les véhicules intelligents remplacent peu à peu les chauffeurs de taxi.

L'impact économique est difficile à estimer, mais une telle révolution des transports ne conduirait qu'à des crises sociales. [31]

- **La vitesse de décision** : Lorsque nous parlons de vitesse de décision, les évènements inattendus qui peuvent survenir sur la route comme le mauvais temps, le grésil et les fortes pluies, cela peut interférer avec les capteurs et les caméras. Et pourrait fausser les informations reçues et mettre en danger les personnes se trouvant dans l'habitacle [31].

- **Le risque de piratage** : Le piratage des systèmes peut compromettre la sécurité de la voiture et peut être contrôlé à distance, risque d'avoir accès à des données telles que l'identité et les informations de compte personnel et les adresses résidentielles.[31]

- Il y a des problèmes en cas d'accidents, Bien que la sécurité d'une voiture intelligente puisse avoir des années d'avance sur la courbe, elle ne dépassera toujours pas le test de collision d'une voiture ordinaire. Les voitures intelligentes ont des précautions nécessaires, y compris des airbags, des systèmes de freinage avancés et une cage de sécurité indispensable. Malgré leur petite taille, ils sont équipés de dispositifs de sécurité importants. Pourtant, tout type d'accident peut être un gros problème pour les petits véhicules. La voiture intelligente ne peut pas se sauver, et dans la plupart des cas, nous ne connaissons pas la raison ce qui provoque des interruptions dans son développements.

- **Transports en commun personnalisés à bas prix** : Le transport en commun en tant que service permet aux utilisateurs de héler un taxi autonome pour les emmener à leur destination, ce qui réduit la nécessité de certains projets de transport en commun.

2.2.4 Défis de voiture intelligentes

- **Standardisation des solutions techniques** : Si elle est soulevée, il reste encore de nombreux points à éclaircir qui entravent les progrès pour obtenir les résultats souhaités pour Le travail du véhicule sans problème technique.

- **Problèmes financiers** : Au moins pendant la mise en œuvre, les infrastructures routières devront peut-être modernisées comme installation de capteurs sur les routes les radars et les véhicules intelligents surchargés d'électronique auront des coûts d'achat plus élevés, ce qui entraîne d'énormes pertes financières et certaines entreprises ont fermé en raison de problèmes financiers.

- **Sécurité** : L'augmentation de la sécurité humaine est l'un des nombreux avantages de ce changement radical dans les transports. Le pilote automatique réduira certainement le nombre d'accidents de la route.

Les technologies permettant ces avancées sont étroitement liées au logiciel et à sa capacité à communiquer avec les environnements immédiats capteurs et distants, Le véhicule n'est rien de moins qu'un des objets connectés de l'internet des objets, sauf qu'il est mobile et que certaines de ses données sont privées tandis que d'autres sont publiques, Les voitures connectées peuvent faire face à des menaces très réelles. Certaines personnes deviennent très sérieuses. En fait, pour les piratages informatiques les plus dangereux, vous trouverez la distance entre le pirate et votre voiture. Vous pouvez le contrôler et accéder à ces fonctionnalités.[32]

- **Connectivité** : Les véhicules autonomes ou non, si fortement dépendants des communications réseaux, doivent savoir gérer leurs connexions incluant leurs modes de défaillance c'est un défi de la capacité des véhicules à communiquer et localiser les endroits pour connaître le chemin et éviter les accidents.

2.2.5 Les informations collectées pour une voiture intelligente

Ces données que la voiture doit connaître pour pouvoir travailler avec et les utiliser pour faciliter le mouvement et la communication du véhicule sont montrés dans les points suivants :

Satiation de trafic

Plusieurs techniques sont utilisées pour déterminer la distance entre les voitures et les autres usagers de la route. Les environnements actifs qui perçoivent l'intérieur et l'extérieur de la voiture deviendront des caractéristiques courantes dans un avenir proche [33]. Les informations de localisation peuvent être fournies à l'aide d'approches radar ou visuelles. Les radars et les capteurs fournissent des informations sur les positions et les vitesses des objets. Des caméras peuvent détecter les obstacles et enregistrer votre environnement. La voiture peut recevoir des informations sur le trafic provenant d'Internet et des voitures à proximité.

Situation du conducteur

Les conducteurs représentent le plus grand risque pour la sécurité. Des accidents sont causés par des facteurs humains, et près des trois quarts des cas sont entièrement dus à des actions humaines. Les voitures intelligentes présentent un potentiel prometteur pour aider les conducteurs à améliorer leur connaissance de la situation et à réduire les erreurs. Avec des caméras surveillant le regard et les actions du conducteur, la voiture intelligente tente d'attirer l'attention du conducteur sur la route devant lui. Des capteurs physiologiques peuvent détecter si le conducteur est en bon état.

État du véhicule

La dynamique du véhicule peut être lue à partir du moteur, et de l'essence et des freins. Ces données sont envoyées par le réseau de contrôleurs pour analyser si la voiture fonctionne correctement. Le module d'évaluation détermine le risque des tâches de conduite en fonction des

conditions de circulation, des conducteurs et des véhicules. Différents niveaux de risque nécessitent des réponses différentes, telles que la notification du conducteur et l'intervention d'urgence. L'IHM avertit les conducteurs des dangers potentiels non urgents.

2.3 Le system de transport intelligent (ITS)

2.3.1 Définition du system de transport intelligent (ITS)

ITS est construit à partir de données capturées sur le réseau, qui sont reçues et traitées par un logiciel. Afin de faire face à une telle quantité d'informations d'intégration, il est recommandé d'activer le traitement en temps réel, l'infrastructure de communication et de réseau requis est très hétérogène pour profiter au secteur des transports. Par exemple, le développement de véhicules connectés ne peut se faire qu'en mettant en œuvre une Communication entre le véhicule et l'infrastructure appropriée. La **Figure 2.1** montre un exemple de système de transport intelligents.



Figure 2.1 Un exemple de système de transport intelligent [34]

Les forces conjointes de leaders technologiques possédant une expertise diversifiée liée aux ITS ont abouti à la création d'un riche ensemble de cas d'utilisation prospectifs, de scénarios d'application et de technologies habilitantes correspondantes pour l'avenir.

Les ITS doivent être compris comme un système et non comme une technologie. Il peut être optimisé en connectant divers composants du réseau de transport.

2.3.2 Applications des STI

L'amélioration de l'efficacité du trafic, la réduction des embouteillages et la réduction des dommages causés par les accidents sont des problèmes majeurs auxquels sont confrontées les villes. Cela s'est progressivement amélioré au cours de la dernière décennie avec l'utilisation des systèmes

de transport intelligents (STI), de l'information et des communications. L'application de ces derniers visent :

Sécurité : permet de réduire les risques d'accidents des véhicules, ces applications sont exigeantes et nécessitent un matériel dédié et fiable ainsi qu'une communication fiable et rapide. Ces applications comprennent des applications de sensibilisation collaborative telles que le suivi de la progression, l'avertissement de sortie de voie et la gestion de la vitesse, ainsi que des applications d'urgence telles que la détection des dangers et les phénomènes météorologiques violents [36].

Contrôle du trafic : Il se concentre principalement sur la hiérarchisation des modes de transport des véhicules afin d'évaluer les performances et d'étudier les causes des émissions et de la congestion du trafic avec Le recueil de données de trafic via les capteurs sur les infrastructures ou dans les véhicules [37].

Systèmes d'aide à la conduite : Pour minimiser les accidents que ces systèmes ont a remplacé certaines décisions du conducteur humain par des décisions de la machine qui aident également à obtenir un meilleur contrôle du véhicule.

Navigation du véhicule : Les systèmes d'aide à la navigation comme GPS et le système d'information embarqué avertit les conducteurs des conditions climatiques défavorables, de l'état de la chaussée, des embouteillages et des dangers, y compris les accidents. Les systèmes de navigation fournissent au véhicule des informations de localisation en temps réel et guidage d'itinéraire permettant au conducteur d'emprunter un itinéraire optimal.[37].

Collecte de données routières : La technologie de collecte permet l'acquisition du trafic routier et des données dans le système de transport intelligent. Le Système de positionnement et de gestion des événements comme GPS et GSM.

Priorité du signal de transit (TSP) : Priorité du signal de transit rend les services de transport en commun plus rapides, fiables et économiques efficace et pas cher. L'Objectif principal du système comprend le respect efficace des horaires, le temps de déplacement et circulation grâce au contrôle des feux de circulation carrefours.

Préemption de véhicule d'urgence : le véhicule d'urgence Système de préemption conçu pour les urgences mouvement de transport pour un passage en toute sécurité pour les sauvetages et la stabilisation de la scène. Le Transport d'urgence comme les ambulances et les pompiers doivent

arriver à temps et éviter les conditions de circulation congestionnées. En Urgence La préemption de véhicule réduit le taux d'accident, favorise les stratégies d'entraide, en minimisant le temps de réponse plus la sécurité.

2.3.3 Les technologies trouvées dans les ITS

- **Communication sans fil** : la communication est établie entre les véhicules. Il consiste à échanger des informations entre eux via des unités de communication installées dans les véhicules c'est à-dire une unité embarquée entre les infrastructures du véhicule et de l'unité routière, à la fin entre les unités routières [38].

- **Technologies de détection** : Les capteurs permettent d'obtenir facilement les informations relatives aux activités exercées dans un système de transport.

En plusieurs modes de détection comme la détection statique, où les capteurs et les détecteurs sont fixes le long de la route, telles les caméras, les capteurs acoustiques. La détection mobile, c'est l'utilisation d'appareils tels que les GPS sur les véhicules, ou ceux installés sur les téléphones portables et hybrides [39].

- **Notion de système d'information** : Il s'agit de l'utilisation de plateformes, d'outils qui offrent des ordinateurs pour résoudre des problèmes dans les systèmes de transport.

Le concept des STI est basé sur la capacité à gérer l'information au sein d'un système de transport. Pensez à ITS dans ce sens Système d'Information. Ce positionnement nous permet d'identifier les aspects des ITS qui, selon nous, sont la véritable essence des ITS. Composant d'un système de transport qui produit des informations utilisées pour l'optimiser. La Figure 2.2 montre la chaîne informatique ITS.

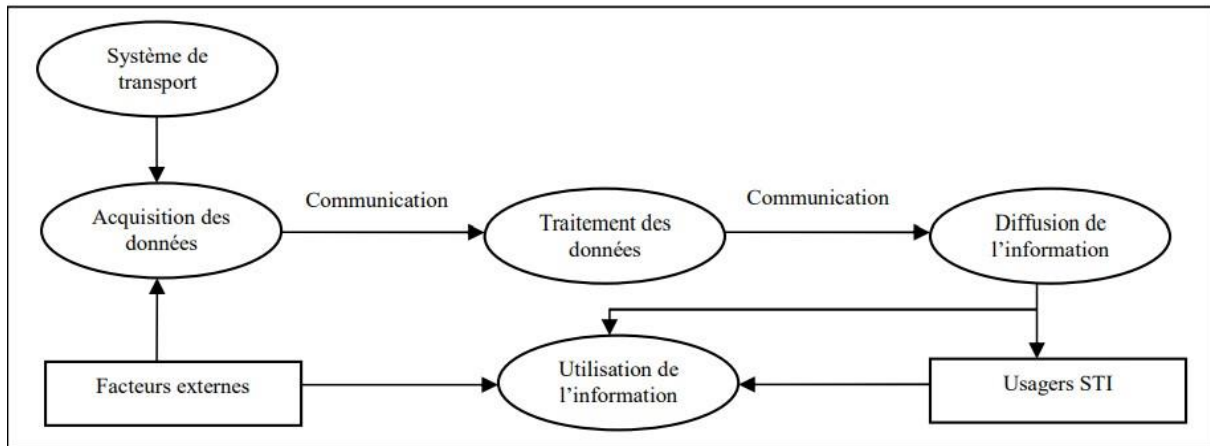


Figure 2.2 La chaîne d'information des ITS [40].

- **Communications par modem radio** : La communication et les modems sont utilisés pour envoyer des données entre deux emplacements. Généralement la distance du modem Dans ce type de communication d'informations diffusées dans les embouteillages et en cas d'urgence via la bande radio.

Dans ce type de communication, les informations diffusées dans le trafic de Congestion et en cas d'urgence via la bande radio et le système averti les conducteurs des changements de temps.

2.3.4 Objet et portée des STI

En général, on peut supposer que le système de transport est composé de deux catégories, le premier qui offres la disponibilité des véhicules, les infrastructures, et le deuxième c'est les services qui demande de la mobilité combinant le transport et la circulation des personnes.

ITS interviendra à l'intersection de ces deux catégories, en utilisant les TIC et la géolocalisation pour tenter de créer des services permettant une adéquation optimale entre l'offre et la demande. D'une part les ITS permettent d'intervenir dans l'approvisionnement des systèmes de transport en permettant un meilleur suivi des événements survenant dans l'infrastructure comme attribuant des voies en fonction du trafic [40]. La **Figure 2.3** montre les systèmes de transport intelligents en production interne.

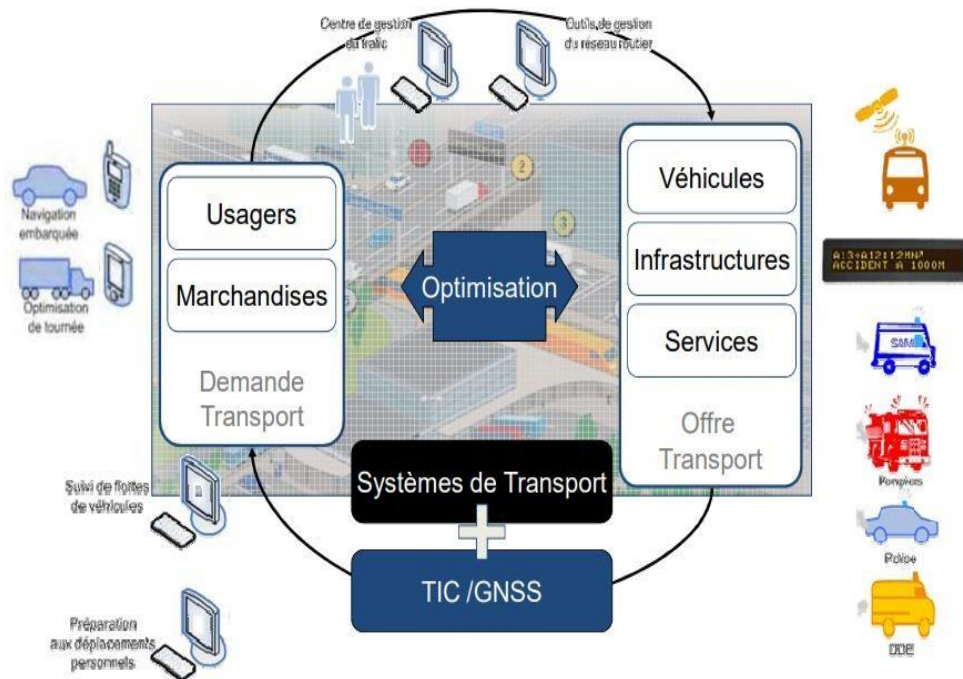


Figure 2.3 Les systèmes de transport intelligents production interne [40]

2.3.5 Types de services ITS

Cette section décrit la fonctionnalité du service STI et les caractéristiques techniques de la technologie radio de communication. Ces services peuvent être classés en plusieurs type, nous avons présenté quelque type de services ITS populaires ou les plus utilisés sur le marché.

- **Télépéage**

Le télépéage est un service qui permet de payer l'usage de la route. Intervenir au passage du véhicule au péage. Lorsque le véhicule arrive au péage, l'Unité Embarquée (OBU) établit une liaison radio avec l'Unité Routière (RSU), Effectue des opérations comptables et éventuellement des fonctions de sécurité, En cas d'erreur de facturation due à une interruption de communication, identifiez le véhicule afin qu'il puisse être facturé ultérieurement. La Figure montre la Structure du service de télépéage [41].

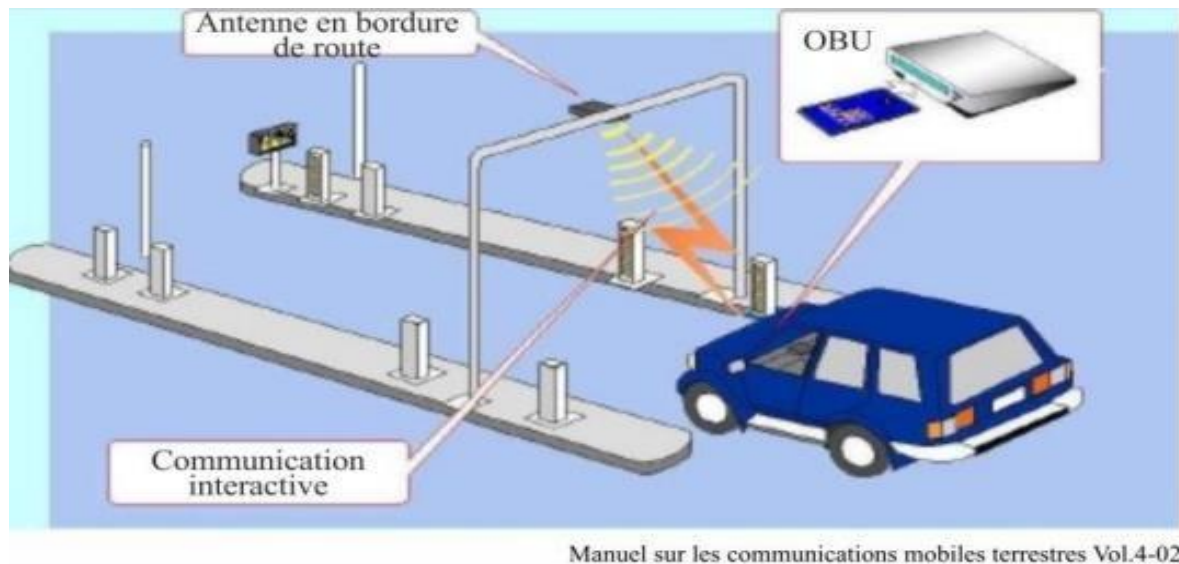


Figure 2.4 Structure du service de télépéage [41].

- **Appel d'urgence**

L'appel d'urgence est un service de signalisation vocale et de données disponible pour les conducteurs de véhicules. En cas d'accident, le véhicule doit pouvoir demander une intervention par appel d'urgence ou transmission de données d'urgence. Les services d'appel d'urgence reposent sur la transmission bidirectionnelle de signaux vocaux et de données sur les réseaux de téléphonie mobile [41].

2.4 Infrastructure

2.4.1 Infrastructure et dynamique sans fil

Pour faciliter ces nouveaux rôles des véhicules électriques, un clé aspect est l'interaction entre les véhicules de transport et les infrastructures routières. Les véhicules doivent collaborer avec des infrastructures intelligentes afin d'optimiser les tâches liées au transport. Ainsi, le flux d'énergie, de transport et de communication sont synchronisés.

La demande énergétique augmentera considérablement en passant des régions établies du monde aux régions émergentes en raison de la croissance du développement économique et de la population croissance. Cela aura une influence significative sur le développement des infrastructures de transport [42].

2.4.2 Impact de l'électrification des transports et l'énergie renouvelable

Tout d'abord, en raison de l'électrification des transports et de la production d'énergie renouvelable, la nécessité d'établir une Infrastructure dans le contexte du transport intelligent systèmes seront développés dans tous les principaux marchés de transport.

L'électrification des transports est liée à l'électrification des groupes motopropulseurs des véhicules, qui nécessite à terme de nouvelles formes du stockage de l'énergie et des nouvelles formes de transfert d'énergie. Les systèmes avec des niveaux de densité de puissance très élevés et de capacité d'absorber rapidement de grandes quantités d'énergie sera nécessaire pour réduire le rôle dominant actuel du moteur à combustion interne des véhicules.

2.4.3 Impact des systèmes d'information et de communication sur l'infrastructure de transport

Une autre tendance importante à long terme à prendre en compte est l'expansion d'une infrastructure de réseau sans fil à large bande qui établira une interaction étroite entre les centres de données, le mobile appareils, les véhicules de transport et l'infrastructure de distribution d'énergie de transport [43].

Du point de vue de la sécurité, la communication de véhicule à véhicule deviendra très pertinente mais pourrait être remplacée ou du moins complétée par un véhicule d'infrastructure à faible latence (V2I) solutions à long terme , ça ne fait aucun doute que l'efficacité énergétique associée à la sécurité devient le principal conducteur du contrôle actif des flux de trafic.

2.4.4 Financer l'infrastructure de transport de l'avenir

Le coût de financement des améliorations des infrastructures de transport et du développement de nouvelles infrastructures nécessite de nouveaux moyens, générer des revenus dans le cadre de partenariats public-privé. Les défis du coût des infrastructures de transport sont les suivants :

- À mesure que les véhicules deviennent en général plus économes en carburant et que le niveau de maturité de la croissance globale des transports est élevé.
- Connectivité au réseau électrique et à la communication réseau est essentiel pour le transport du futur et doit être pris en compte dans l'infrastructure de transport calcul des coûts.
- Le contrôle actif du trafic via les technologies V2I nécessite des services de technologies de l'information et de la communication qui doivent être inclus dans le calcul des coûts des infrastructures de transport [44].
- Les équipementiers automobiles doivent investir dans les composants du véhicule qui sont conçus pour interagir avec l'infrastructure de transport intelligente via des interfaces standardisées.

2.4.5 Les architectures système de l'intelligence infrastructures de transport

Avec le concept de transport traditionnel l'humain, L'interface machine est essentielle pour le contrôle d'un véhicule. Dans les futures architectures système machine Les véhicules autonomes et télécommandés joueront un rôle plus important à l'avenir car il peut prolonger les trajets en voiture significativement en toute sécurité et assouplir les situations de circulation critiques. De plus, il est possible d'optimiser le rendement énergétique d'un véhicule en utilisant un mode de pilote automatique.

2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons montré les différents avantages, inconvénient, défis de véhicule intelligent, comme nous avons expliqué le système de transport intelligent ITS, et l'infrastructure dans lesquelles le véhicule intelligent fonctionne. Tous ces éléments nécessitent des

concepteurs en tenant compte de l'importance de l'échange d'informations qui permet aux véhicules de communiquer via des messages envoyés entre eux que nous simulerons dans le prochain chapitre.

Chapitre 3 Simulation de scénario de communication

3.1 Introduction

La simulation connaît un essor fulgurant grâce à l'intérêt porté aux modèles informatiques de systèmes simulés. Elle consiste essentiellement à modéliser tout système en fournissant une représentation de toutes les entités de ce système, de leurs comportements spécifiques est donc de leurs interactions. De plus, les progrès de la technologie de développement et de la technologie de programmation ont permis de mettre en œuvre des simulateurs dans n'importe quel environnement de programmation. Un simulateur de réseau est une technique d'implémentation d'un réseau sur un ordinateur, dans notre cas nous allons travailler sur Netlogo.

3.2 Outils de simulations

Lors du développement de réseaux ad hoc de véhicules pour des applications réelles, la simulation logicielle de leur comportement et de leurs performances est essentielle. Ils sont plus fiables que les modèles analytiques car ils sont plus proches des systèmes réels. Les simulations Vanets utilisent deux types de simulateurs : les simulateurs de trafic et les simulateurs de réseau. Plusieurs simulateurs pour les Vanets sont utilisés :

3.2.1 Le simulateur NS2

NS2 est un outil logiciel de simulation d'événements discrets gratuit et open source pour étudier, concevoir et gérer des protocoles de réseau informatique. Largement utilisé dans la recherche universitaire et l'industrie. Un simulateur de réseau qui gère et permet la communication entre les nœuds Il peut également être utilisé pour évaluer les protocoles de communication et scénarios. La publication du code source à la communauté a contribué à l'enrichir avec de nouveaux protocoles et fonctionnalités au fil du temps. Vous pouvez définir un réseau et simuler la communication entre les nœuds de ce réseau.

NS2 est un puissant outil de simulation de réseau open source, c'est donc le simulateur standard pour expérimenter des applications de réseau filaire et sans fil. Les premières versions étaient destinées aux réseaux câblés, mais diverses extensions ont ensuite ajouté la prise en charge des réseaux sans fil. Cela suit strictement le modèle OSI. Il s'agit d'un simulateur orienté objet écrit en C++ utilisant l'interpréteur OTcl comme interface. C++ définit le mécanisme interne pour les objets de simulation. OTcl met en place une simulation en assemblant et en configurant des objets et en planifiant des événements individuels (des interfaces). [45]

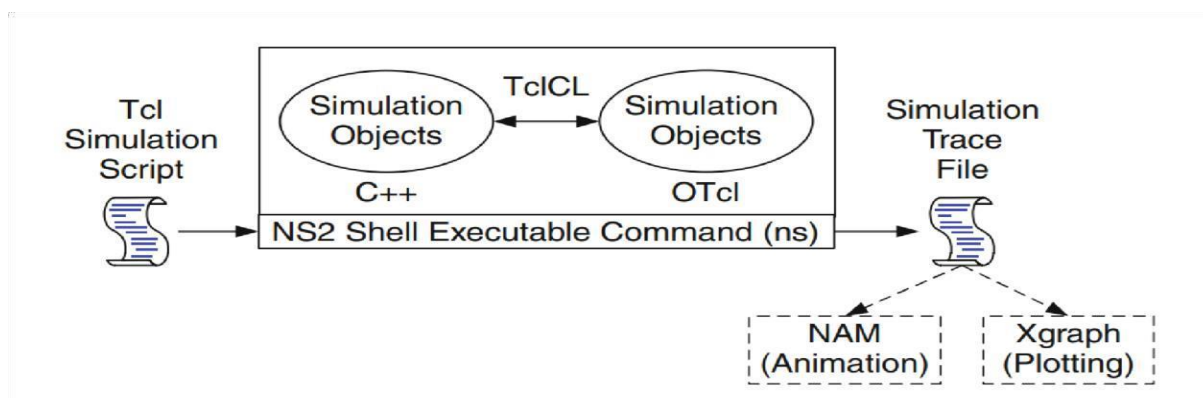


Figure 3.1 Architecture de base de NS2 [45]

3.2.2 Le simulateur NS-3

NS-3 est un simulateur de réseau à événements discrets ciblant la recherche et l'utilisation à des fins éducatives. NS-3 est un logiciel sous licence libre qui est publiquement disponible pour la recherche et le développement. NS3 est entièrement écrit en utilisant le langage de programmation C++ a pour objectif de développer un environnement de simulation ouvert préféré pour la recherche en réseau ; il est conforme aux besoins de simulation de la recherche en réseau moderne et motive la contribution de la communauté. [46]

3.2.3 OMNET++

Objectif Modular Network Test-Bed est un simulateur d'événements discrets open source orienté objet écrit en C++ qui peut simuler tout type de réseau topologique à grande échelle. Son domaine d'application principal est celui des réseaux de communication. [47]. Il peut être utilisé dans divers domaines tel que : modélisation des réseaux de communication, modélisation des protocoles, Réseaux de files d'attente, multiprocesseurs et autres matériels distribués.



Figure 3.2 Le simulateur Omnet++

3.2.4 Le simulateur de trafic routier SUMO

Simulator of Urban Mobility est un logiciel open source de simulation de trafic routier. Il peut gérer tout ce qui concerne le mouvement des véhicules sur un réseau routier particulier. Il fournit souvent tous les outils nécessaires pour créer une feuille de route (marquage des lignes de voies et de leurs directions, ajout de ronds-points, etc.). Il permet également la gestion de la mobilité des véhicules (identification des caractéristiques des véhicules, survenue d'accidents).[48]

3.2.5 Netlogo

Netlogo est un outil de simulation multiplateforme et fournit une API permettant de piloter son simulateur ce qui simplifie son intégration. Un modèle Netlogo est composé d'une interface

graphique qui permet à l'utilisateur d'interagir avec la simulation et de voir son évolution, et d'un script (en langage logo) qui décrit le comportement des agents (appelés turtles), la dynamique de l'environnement, et plus généralement quelques actions qui seront réalisées à chaque pas de simulation.

Il s'agit d'un simulateur multi-agent utilisé pour développer des simulations pour l'informatique, les mathématiques et d'autres sciences. Il n'est pas particulièrement adapté aux réseaux, mais cela ne l'empêche pas d'être développé pour être utilisé dans la simulation de réseaux informatiques.



Figure 3.3 Logo du simulateur Netlogo v 6.2.2

3.2.6 Comparaison entre Netlogo et NS-2

Ce tableau illustre une comparaison entre NS2 et Netlogo :

Le Simulateur	NS2	Netlogo
Type	Simulation multicouche.	Simulation multicouche.

Interface	Interface de programmation en OTcl (Tool Command Language) et noyau écrit en C++.	Interface de programmation en Logo, et noyau écrit en Java
Dév	Développement orienté objet	Développement multiagents.
Utilisation	Petits réseaux.	Systèmes complexes évoluant dans le temps.
Support de traçage	Pas de traçage	Génère des traces
Mobilité	Oui	Oui

Tableau 3.1 Comparaisons entre NS2 et Netlogo

3.3 Agent et Systèmes multi-Agents

3.3.1 Agent :

- **Définition d'agent**

L'agent est une entité avec des actions déterminantes dans un environnement informatique. Ces agents peuvent établir une communication dans laquelle ils seront capables de manipuler une méthode commune et offrir des services à d'autres agents ainsi que [49].

- Un agent peut participer à un dialogue en étant passif ou actif

- Un agent peut appartenir à plusieurs organisations
- Capables d'adopter un comportement flexible pour résoudre des problèmes selon les objectifs de la conception ; ils sont réactifs (capables de s'adapter aux changements d'état de leur environnement) et proactifs (capables d'adopter un nouvel objectif).

- **Type d'agents [50]**

Les agents cognitifs : peuvent s'engager dans une certaine délibération pour choisir leur comportement, en incorporant de nouveaux concepts de représentation et de régulation des processus comportement. Cette délibération peut se faire sur la base des objectifs de l'agent ou d'une fonction d'utilité. Il peut prendre la forme d'un plan, reflétant une série d'actions qu'un agent doit effectuer pour atteindre ses objectifs.

Agents réactifs : les agents réactifs ne réagissent qu'aux changements qui se produisent dans l'environnement. En d'autres termes, un tel agent n'est ni réfléchi ni planifié, il acquiert simplement une perception et y réagit en appliquant certaines règles prédéfinies. Tant qu'il y a peu de raisonnement, ces agents peuvent agir et réagir très rapidement. Cette catégorie comprend les deux types de schéma suivants :

- Proxy avec des réactions simples.
- Les agents gardent une trace du monde.

Agent cognitive	Agent réactif
La représentation de l'environnement est explicite	Pas de représentation
Le nombre d'agent est limité	Plus d'agent
Communication directe par message.	Communication principalement via l'environnement, et/ou au travers de signaux.

Tableau 3.2 Comparaison entre l'agent et cognitif

3.3.2 Système multi-agent

- **Définition**

Le SMA est un système composé d'un ensemble d'agents, situés dans un certain environnement et interagissant selon certaines relations. Certains de ces agents peuvent être des personnes ou même des machines. S'il y a moins de trois agents, on parle plutôt d'interaction homme/machine, ou machine/machine que de systèmes multi-agents [51].

- **Pourquoi SMA ?**

Les systèmes multi-agents sont répandus dans de nombreux domaines d'applications en raison des avantages qu'elles offrent. L'avantage d'utiliser Les technologies SMA pour les grands systèmes comprennent :

- Augmentation de la vitesse et de l'efficacité des opérations grâce au calcul parallèle et au traitement parallèle Fonctionnement asynchrone.
- Dégradation progressive du système en cas de défaillance d'un ou plusieurs agents. Ou Cela augmente la fiabilité et la robustesse du système.
- Évolutivité et flexibilité : Ajoutez des agents selon vos besoins.
- Réduction des coûts : les coûts des agents individuels sont bien inférieurs à ceux de l'architecture centralisée.
- La coordination : organiser la résolution d'un problème de telle sorte que les interactions nuisibles soient évitées ou que les interactions bénéfiques soient exploitées [52]

3.4 Simulation

LA Simulation est une approche de modélisation qui consiste à traduire le comportement dynamique d'un système sur une machine informatique afin de mieux le connaître, de mieux Maîtriser son évolution dans le temps dans un environnement donné, et d'évaluer ses Performances. Elle aboutit à la description de résultats de ce phénomène, comme s'il s'était réellement déroulé

3.4.1 Choix de Netlogo

La simulation est l'étude du comportement dynamique d'un système grâce à des modèles qui évoluent dans le temps selon des règles clairement définies à des fins prédictives.

Nous avons simulé sous Netlogo 6.2.2 installé dans (Windows 10) comme on peut l'installer sur n'importe quel système d'exploitation gratuitement.

Notre regard sur le simulateur Netlogo s'est basé sur plusieurs avantages par rapport aux simulateurs NS2 et OMNET++ en termes de vitesse d'apprentissage et d'environnement graphique simple. Un avantage majeur de ce langage est sa capacité à modéliser des systèmes complexes constitués d'un nombre infini d'entités autonomes dans des environnements statiques ou dynamiques.

3.4.2 Présentation de Netlogo

- **Types d'agents**

Patches : sont les composantes spatiales du « monde » modélisé. Un patch représenté par un seul endroit « pièce » où la tortue existe.

Les tortues : Les habitants clés du monde Logo sont les tortues qui, de notre point de vue de conception de réseaux, peuvent être utilisées pour modéliser facilement des nœuds de réseau.

Liens : un type particulier d'agent qui relie deux agents et est représenté comme une ligne tracée entre ces agents. Ce lien peut être orienté ou non.

L'Observateur : appelé l'observateur car il peut être utilisé dans une simulation interactive où l'utilisateur de la simulation peut interagir dans ce contexte ou dans un autre en utilisant la fenêtre de commande

- **Les variables**

Variables globales : une variable globale est accessible par tous les agents. Il doit être déclaré avant toutes les procédures.

Variables d'agent : chaque tortue et chaque patch a son propre ensemble de variables, nommée variable d'agent. La valeur d'une variable d'agent peut varier d'un agent à l'autre

Variables locales : Une variable est définie et accessible uniquement à l'intérieur d'une procédure

Variables d'agent prédéfinies : mise à part les variables que les utilisateurs peuvent déclarer selon leurs besoins, les agents possèdent des variables prédéfinies

- **Procédures et les fonctions**

Les procédures (Commands) : Une procédure est un bloc d'instructions qui définit l'action à mener par les agents et elle ne retourne pas de valeur.

Déclaration :

To << nom de la procédure >> [<< les paramètres >>]

<<instructions>>

End

Les fonctions (Reporters) : Ensemble d'instructions pour calculer et retourner une valeur. La valeur est indiquée avec le mot-clé "rapport" (équivalent à "return" dans d'autres langages).

Déclaration :

To-report <<nom de la fonction>> [paramètres]

<<instructions>> Report Valeur

End

3.5 La mise en œuvre de model

3.5.1 Objectif

L'objectif principal de notre travail est de minimiser les accidents routiers en aidant les véhicules à les éviter.

D'une manière précise, lors d'un accident le premier véhicule qui est dans la même portée radio du véhicule accidenté (le détecteur) doit informer les autres véhicules qui sont dans sa portée aussi sur l'existence de l'accident et panneau d'affichage (RSU) sera affiché aux autres véhicules pour qu'ils puissent changer de la voie.

Portée radio : La portée radio d'un nœud désigne la zone de couverture dans laquelle il peut transmettre une information et que les autres nœuds peuvent la recevoir avec succès.

Dans notre modèle, la tâche de la portée radio sera affectée à un véhicule représenté sous forme d'un cercle. Les véhicules qui sont à l'intérieur de la zone de couverture du véhicule accidenté peuvent communiquer pour le détecter.

3.5.2 Scénario

Dans notre modèle une route d'un village à deux voies dont des véhicules (number-of-cars) circulent tous de la même vitesse. Dans le cas d'un accident le premier véhicule (détecteur) qui détecte l'accident (il est dans sa portée radio) envoie un message aux autres véhicules qui sont aussi dans sa portée radio pour qu'ils changent de la voie, et à un panneau (RSU) sera affiché aux autres véhicules qui arrivent (ils ne sont pas dans la portée radio de détecteur) pour les informer sur l'état de la voie. À un moment un agent de la protection civile est informé donc il doit libérer la voie et faire sortir le véhicule accidenté. Enfin les véhicules reprennent la circulation sur cette voie, les messages reçus par les véhicules sont supprimés et le panneau ne s'affiche pas.

3.5.3 Paramètres de simulation

- **L'environnement**

L'environnement est considéré comme un espace à deux dimensions divisées en cellules, ce dernier permet aux véhicules de se déplacer et de communiquer entre eux dans le but d'exécuter des tâches complexes. Dans notre cas nous utilisons un environnement ouvert de taille (62*10) comme la montre la figure ci-dessous.

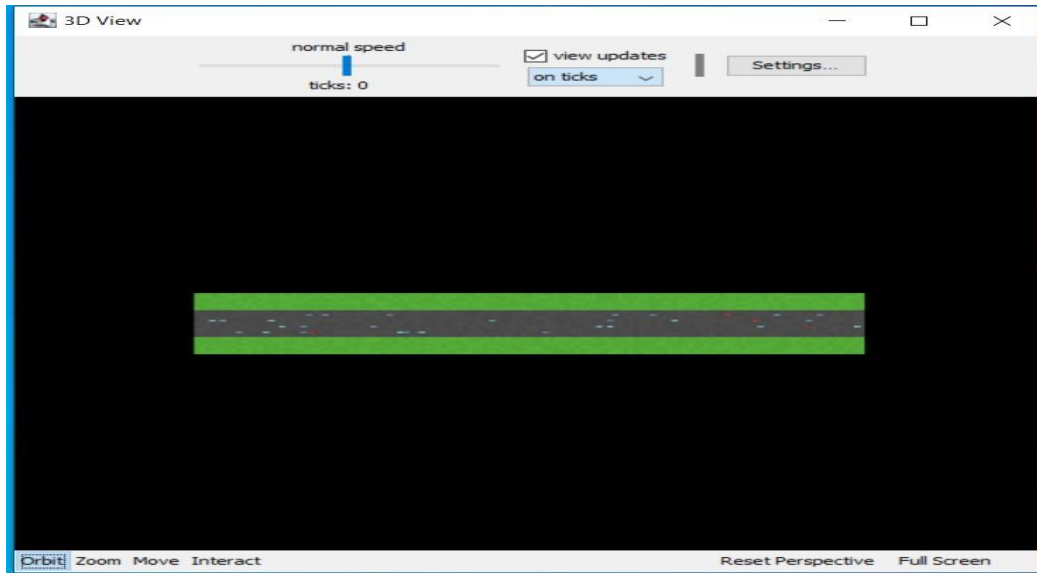




Figure 3.4 Environnement de simulation.

- **Description des agents**

Agents utilisés	Images D'agents	Propriétés Netlogo
Les véhicules		<pre>Breed [cars car] set ycor y-lane set-default-shape cars "car" set default-color car-color Set heading 90 set size 1.2 Set top-speed 1</pre>
Les zones		<pre>Breed [zones zone] Set size 10 set-default-Shape zones "portee"</pre>


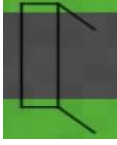

<p>Les personnes</p>		<p>Breed personnes [personne] set shape "person" set color black set size 2</p>
<p>Les panneaux</p>		<p>set shape "panneau" set size 18 set xcor 27 set ycor 0 set heading 180</p>
<p>Les messages</p>		<p>Breed messages[message] default-shape messages letter sealed" Set size 2.2</p>

Tableau 3.3 Paramètres des agents utilisés

- **Description des procédures**

-Procédure portée

Début

Vérification de la présence ou non de l'accident

Si accident = un accident

Alors créer des portées radio pour chaque véhicule.

Fin Si

End

-Procédure Detect

Début

Vérification de la présence ou non de l'accident

Si accident = un accident

Alors on récupère un ensemble de voisin qui sont dans la même portée du car accidenté

S'il y a un seul voisin on le cible

Sinon On récupère le premier élément de l'ensemble (premier voisin)

Fin Si

Fin Si

Fin

-Procédure Send :

Début

Création d'un ensemble de message

On récupère un ensemble de voisin qui sont dans la même portée du car détecteur

Pour tous les véhicules

Si les voisins de détecteur < > véhicule-accidenté **and** véhicule-détecteur

Alors

Si un de tous les véhicules = l'un des éléments de l'ensemble de voisin

Alors on lui affecte un message

Fin Si Fin

Si

Fin pour

Si message reçu

Alors Les véhicules changent la voie

Fin Si

End

Procédures go

Début

Faire bouger les véhicules vers l'avant

Si accident = un accident

Alors appel les procédures detect et send

Si la couleur panneaux = black **Alors** rendre la couleur en rouge

Fin Si

End

Procédure libérera

Début

Si l'identificateur = id-véhicule-accidenté **Alors**

Si ya = 1 (cad l'accident est dans la voie 1) **Alors** on le fait sortir à droite

Sinon on le fait sortir à gauche

Fin Si

Fin Si

Si l'identificateur < > id-véhicule-accidenté

Alors on reprend la circulation sur la voie

Fin Si

Si ya = 1

Alors la personne de la protection civile est à droite

Sinon la personne de la protection civile est à gauche

Fin Si

Si véhicule = véhicule accidenté **Alors** on ignore sa portée radio car il ne communique plus

Fin Si

End

Procédures allumer

Début

Si temps = soir **Alors** allumer les éclairages

Sinon éteindre

Fin Si

Fin

Procédures éteindre

Début

Si temps = matin **alors** les éclairages sont éteints

Fin si

Fin

- **Présentation de la simulation**

Pour exécuter les procédures que nous avons définies nous avons créé des boutons qui font appel à chaque fonction

Le Bouton Setup : permet de créer la route et les véhicules et l'accident selon notre chooser

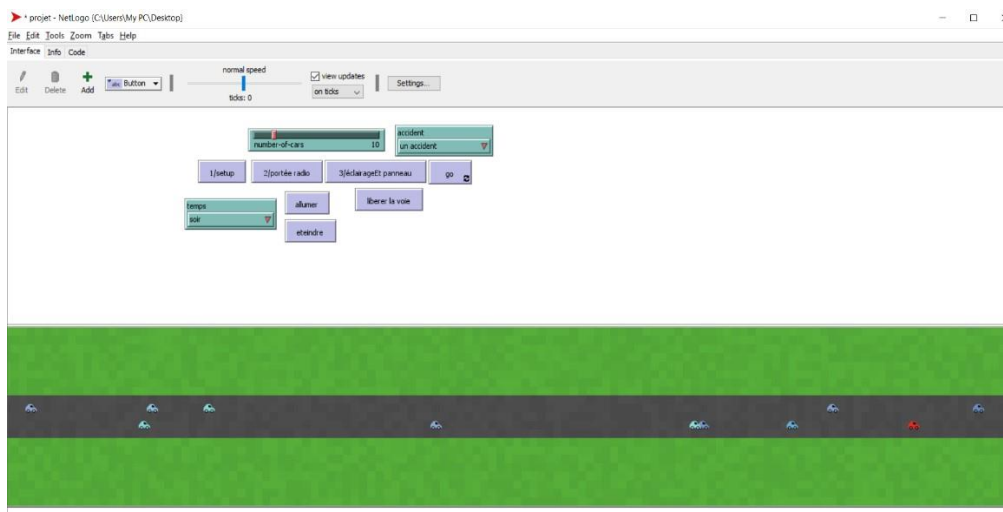


Figure 3.5 Interfaces de simulation de notre model

Le Bouton portee radio : permet d'exécuter la fonction to portee qui permet d'afficher les

Portées radio pour chaque véhicule lors d'un accident

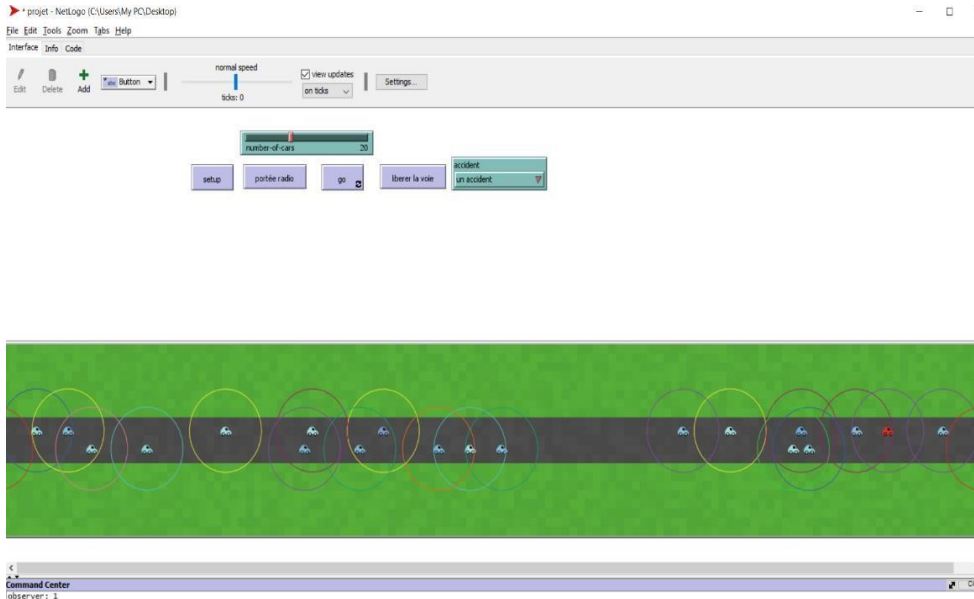


Figure 3.6 Créations des portées radio par le Button portee

Le bouton EclairagesEtPanneau panneau permet de créer les éclairages

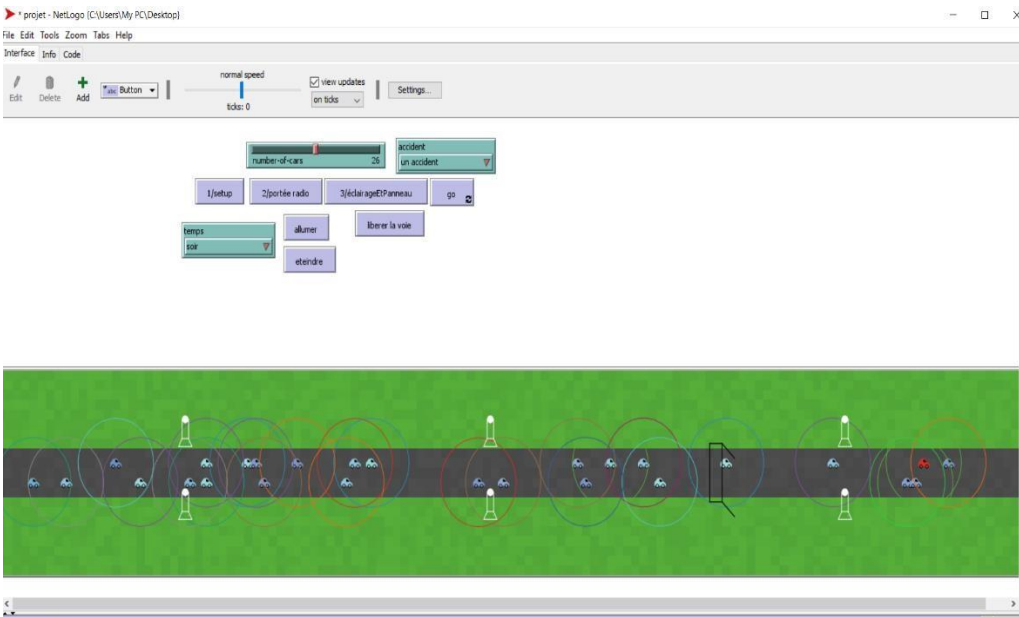


Figure 3.7 Fonctionnements de bouton Eclairages Et Panneau

Le Bouton go : fait bouger les véhicules, détection de l'accident, envoi de message

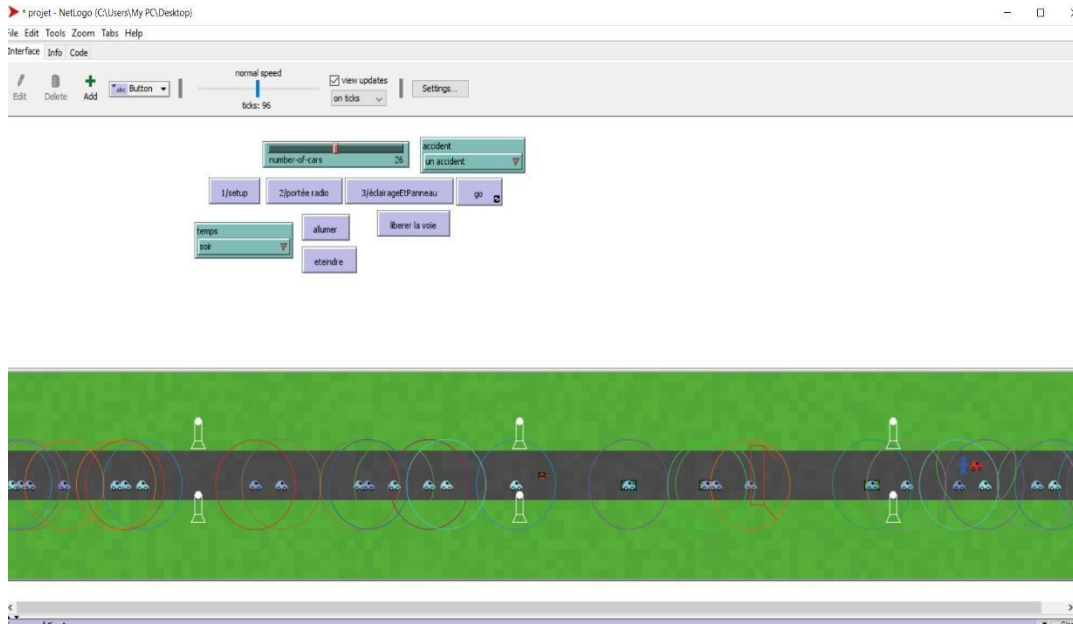


Figure 3.8 Représentations de fonctionnement de bouton go

Le bouton allumer : permet d'allumer l'éclairages le soir

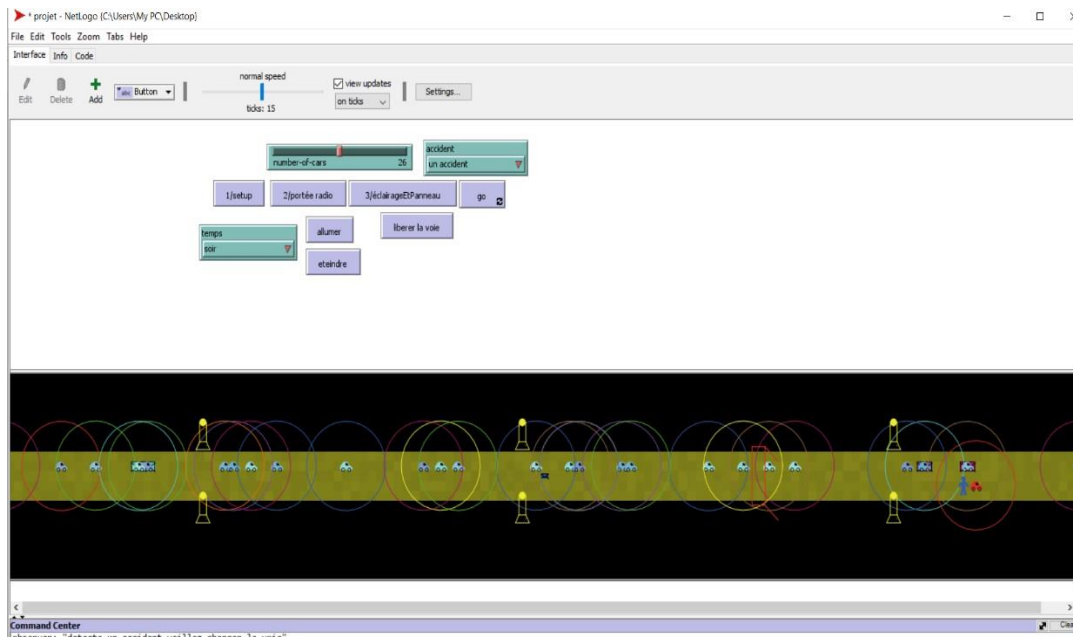


Figure 3.9 Représentations de fonctionnement de bouton allumer

Le bouton éteindre : permet d'éteindre les éclairages le matin

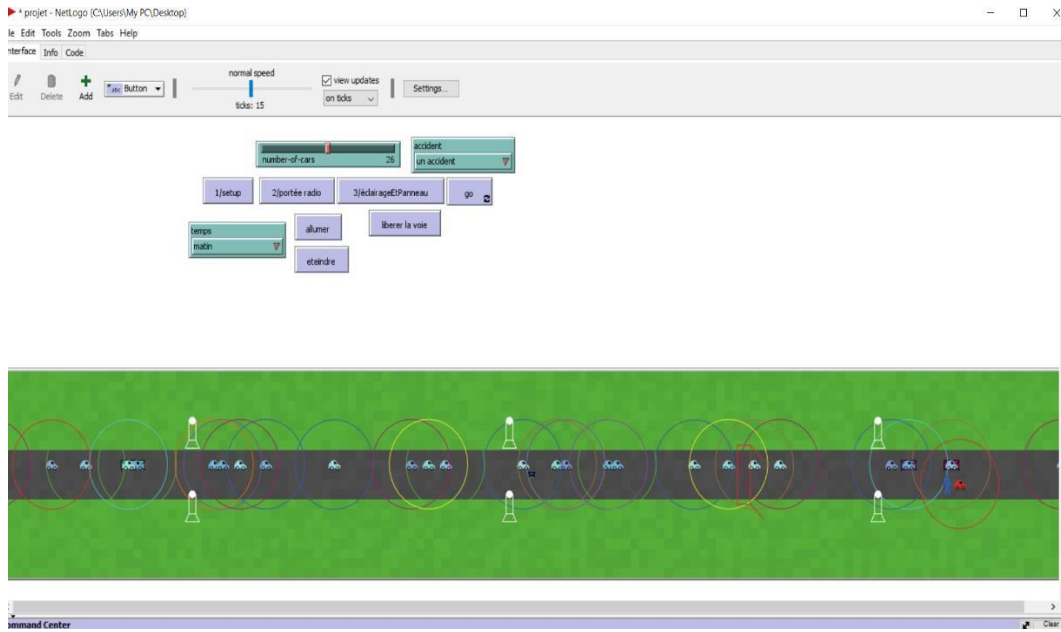


Figure 3.10 Représentations de fonctionnement de bouton éteindre

Le Bouton liberer-la-voie permet de liberer la voie fermée par l'accident en faisant sortir le véhicule par l'agent de la protection

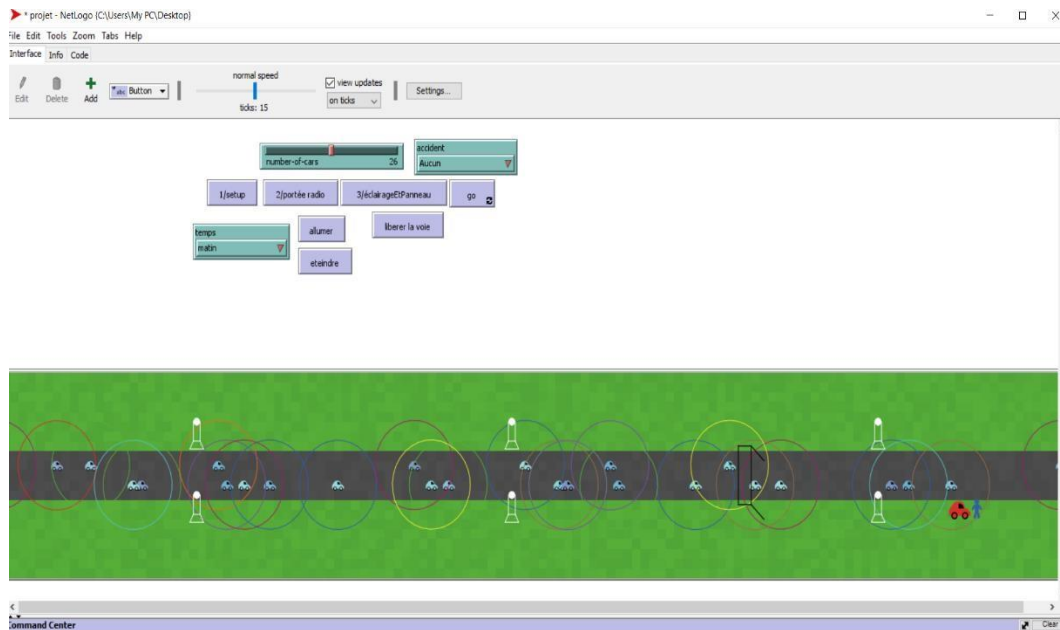


Figure 3.11 Le fonctionnement de bouton liberer-la-voie

- **Le Code**

Des parties de code Netlogo et des procédures utilisées dans le modèle :

Chaque instruction est expliquée par commentaire.

Dessiner la route

<<Draw-road>> permet de dessiner la route L'explication de code est mentionnée en commentaire.

```
;dessiner la route
to draw-road
  ask patches [
    ; la route est entourée d'herbe verte de différentes nuances
    set pcolor green - random-float 0.4
  ]
  ; construire une liste d'éléments de nombre de voies, centrés sur 0 et espacés de 2 patches
  set lanes n-values number-of-lanes [ n -> ( 2 / 2 ) * ( number-of-lanes - ( n * 2 ) - 1 ) ]
  ask patches with [ abs pycor <= number-of-lanes * ( 2 / 2 ) ] [
    ; la route elle-même est de différentes nuances de gris
    set pcolor grey - 2.5 + random-float 0.25
  ]
end
```

Créer les véhicules (cars)

Cette procédure permet de créer des véhicules sur la route qui était déjà créer, chaque voie portes le même nombre de véhicules.

Avant de les créer on doit être sûr que nous n'avons pas trop de véhicule sur la place ou ils seront insérés.

Voici le code approprié avec des explication.

```

; création des véhicules
to create-cars-nb
  let nb-cars number-of-cars / number-of-lanes
  create-cars-per-lane 1 nb-cars
  create-cars-per-lane -1 nb-cars

end
; créer dans toutes les voies le meme nombre de véhicule
to create-cars-per-lane [y-lane nb-cars]
; assurez-vous que nous n'avons pas trop de voitures pour la place que nous avons sur la route
let road-patches patches with [ pycor = y-lane ]
create-cars (nb-cars) [
  move-to one-of free road-patches
  set ycor y-lane ; la voie de véhicule
  set heading 90 ; la direction
  set size 1.2 ; la taille
  set top-speed 1 ; la vitesse maximale
  set default-color car-color ; la couleur
  set color default-color
]
end
; signaler les patches sans aucune voiture
to-report free [ road-patches ]
let this-car self
report road-patches with [
  not any? turtles-here with [ self != this-car ]
]
end

```

Cette partie permis de faire un appel aux deux procédures précédentes plus la gestion de la présence et l'absence des accidents : les instructions sont expliquées en commentaire.

```

to setup
  clear-ticks clear-turtles clear-patches clear-drawing clear-all-plots clear-output
  ;forme par default
  set fn 0
  ;le shape du véhicules
  set-default-shape cars "car"
  ;initialisation de nombre de ligne
  set number-of-lanes 2
  ;dessiner la route
  draw-road
  ;creation des vehicules
  create-cars-nb

  ;création ou non du véhicule d'accident
  ifelse accident = "Aucun" [
    if fichier != FALSE and fichier != 0 and file-exists? fichier [
      load-file
    ]
  ]
  ;création du véhicule d'accident si accident = "un accident"
  [ init-accident ]
  ;reset time
  reset-ticks
.

```

```

;creation de véhicule d'accident
to init-accident
  if accident = "un accident" [
    let x 50
    set ya one-of lanes
    create-cars 1 [
      setxy x ya ;la voie et la position
      set size 1.4 ; la taille
      set color red ; la couleur
      set target-lane pycor ; la voies cible
      set heading 90 ; la direction
      set top-speed 0 ; la vitesse
    ]
  ]
end

```

```

; dans l'absence de l'accident
to load-file
  file-open fichier
  while [ not file-at-end? ] [
    let x file-read
    let y file-read
    ; transform the lane number into an index used in the lane list variable
    let lane-index (2 * y - 1 - number-of-lanes)
    create-cars 1 [
      setxy x lane-index
      set color red
      set default-color red
      set target-lane pycor
      set heading 90
    ]
  ]
  file-close
end

```

Cette partie permet la création des portée radio : chaque véhicule comporte une zone tout expliqué en commentaire

```

; création des portée radio pour tous les véhicules lors de l'accident
to portee
  ; set fn 0
  set-default-shape zones "portee"
  ; lors de l'accident
  if accident = "un accident" [
    ; création de zones (le nombre de cas + celui en accident)
    let nbz number-of-cars + 1
    create-zones nbz
    let i nbz
    ; chaque portée est superposée sur le car et crée un lien avec
    while [i < nbz * 2][
      ask zone i [set size 10
        set location car (i - nbz)
        move-to location
      ]
      ask car (i - nbz) [create-link-with zone i [ tie set color red ]]
      set i i + 1
    ]
  ]
end

```

Cette partie est pour la détection de l'accident le premier véhicule qui est dans la même portée radio du véhicule accidenté détecte l'accident et les véhicules voisins de détecteur

```

; detection de l'accident
to detect
  let vc []
  set vc2 []

  ; recuperer un tableau de voisin qui sont dans la meme portée du car accidenté
  ask cars with [who = number-of-cars] [ set vc [who] of other cars with [xcor < 50] in-radius 5 ]
  if (length vc > 0)[
    set fn fn + 1
    ; le premier voisin
    set fc first vc
    ask cars with [who = fc and who != number-of-cars] [set vc2 [who] of other cars with [xcor < 50] in-radius 20 ] ; les voisins de vehicule détecteur
    ; if (length vc2 > 0)[set en true]
  ]
end

```

Cette partie permet d'envoyer des messages après avoir détecter l'accident. Le véhicule détecteur envoie un message à tous les autres véhicules pour changer la voie.

```

;envoyer les messages aux autres véhicules par le premier détecteur
to send
  set-default-shape messages "letter sealed"
  ;créer les messages
  let nbm number-of-cars + 1
  create-messages nbm
  let i (nbm * 2) + 7
  let j (nbm * 3) + 7
  let k 0
  while [ i < j ][
    if(k != fc and k != (number-of-cars ))[
      let m 0
      while [ m < (length vc2) ][
        if (k = item m vc2 )[
          ask msg i [
            set size 2.2
            set location-msg car (k)
            move-to location-msg
          ask car k [create-link-with msg i [ tie set color red ] ]
        ]
        set m m + 1
      ]
      ;le car détecteur cree des liens avec d'autres cars
      ask car (fc) [create-link-with car k [set color blue] ]
    ]
    set i i + 1
    set k k + 1]
  create-personnes 1 [
    set shape "person"
    set size 2
    ifelse (ya = 1)[set ycor 1 ][set ycor -1]
    set xcor 48.5
    set color blue
  ]
  ask panneaux [set color red]
  ;changer la voies pour tout les véhicules sauf celui accidenté
  ask cars with [ ycor = ya and who != number-of-cars ] [ set ycor (- ycor) ]
  ;débarasser des liens entre le détecteur d'accident et les autres cars
  ask links with [color = blue] [die]
  show "le vehicule"
  show fc
  show "detecte un accident veuillez changer la voie"
end

```

La procédure afficher permet d'afficher un panneau après l'accident aux véhicules entrants

```

;afficher d'un panneau d'accident
to afficher
create-panneaux 1 [
set shape "panneau"
  ; set color green
  set size 30
  set xcor 27
  set color black
  set ycor -4.5
  set heading 360
]
show "panneau :il y a un accident.changez la voie"
show ya
end

```

Procédure go permet de faire bouger les véhicules et faire appel aux deux procédures send et detect

```

to go
;une seule détection de l'accident
if(fn = 0 and accident = "un accident" )[
detect
]
; si il y a un accident le premier qui le détecte il envoie de message
if (fn = 1 and accident = "un accident")[
send
set fn fn + 1
]
ask panneaux [set color red]
;faire bouger les véhicule en avant
ask cars with [top-speed > 0] [forward 1]
;déplacer l'horloge
tick
end

```

Cette procédure permet de créer les éclairages


```

;creer les éclairages
to create
  reset-ticks
  create-eclairages 6 [
    set shape "eclairage"
    set size 8
    set heading 180
    set color white
  ]
  let i ((number-of-cars + 1 ) * 2)
  ask eclairage i [
    set xcor -40 set ycor 3.5
    set heading 0
  ]
  ask eclairage (i + 1) [
    set xcor -3 set ycor 3.5
    set heading 0
  ]
  ask eclairage (i + 2) [
    set xcor 40 set ycor 3.5
    set heading 0
  ]
  ask eclairage (i + 3)[
    set xcor 40 set ycor -4
    set heading 0
  ]
  ask eclairage (i + 4)[
    set xcor -3 set ycor -4
    set heading 0
  ]
  ask eclairage (i + 5)[
    set xcor -40 set ycor -4
    set heading 0
  ]
]
  afficher
end

```

Ces deux fonctions permettent d'allumer ou d'éteindre l'éclairages

```

;allumer la route le soir
to allumer
  if ( temps = "soir" )
  [
    ask eclairages [
      set color yellow
    ]
    ask patches [set pcolor black]
    ask patches with [ abs pycor <= number-of-lanes * ( 2 / 2 ) ] [
      ; la route elle-même est de différentes nuances de gris
      set pcolor yellow - 2.5 + random-float 0.25
    ]
  ]
  if ( temps = "matin" )
  [ eteindre ]
end
;eteindre le éclairages le matin
to eteindre
;ask patches p1 set pcolor black
  if ( temps = "matin" )
  [
    ask eclairages [
      set color white ]
    ask patches [
      set pcolor green - random-float 0.4]
    ask patches with [ abs pycor <= number-of-lanes * ( 2 / 2 ) ] [
      ; la route elle-même est de différentes nuances de gris
      set pcolor grey - 2.5 + random-float 0.25
    ]
  ]
show "l'éclairages sont éteints "
end

```

A la fin on doit libérer la route bloquée et reprendre la circulation sur

```

;faire sortie le véhicule accidenté et reprendre la circulation sur sa voie
to liberer
;faire sortir le véhicule (soit en dehors de la voie droite ou gauche selon l'endroit de l'accident)
ask cars with [who = number-of-cars][
ifelse (ya = -1)[set ycor (ya - 2.5) ][set ycor (ya + 2.5) ]
set size 2.5
]
;reprendre la circulation sur la voie apres sa libération
set accident "Aucun"
ask cars with [who != number-of-cars] [ ifelse (random (100) mod 2 = 0 ) [set ycor 1] [set ycor -1] ]

;creer la personne qui a fait sortir le véhicule accidenté
create-personnes 1 [
set shape "person"
set color blue
set size 2
ifelse (ya = 1)[set ycor ya + 2.5 ][set ycor ya - 2.4]
set xcor 52
]
;supprimer la zone de véhicule accidenté apres l'avoir liberer ainsi que msg
ask zones with [who = (number-of-cars * 2) + 1][die]
ask messages [die]
;ask panneaux [die]

ask panneaux [set color black]
ask personnes with [ xcor = 48.5][die]

end

```

3.6 Conclusion

La simulation c'est étape primordiale dans la recherche qui permet de faciliter la compréhension des phénomènes et leurs trouver de meilleures solutions.

Dans ce chapitre nous avons l'ensemble des simulateurs, leurs définitions et la différence entre eux. Ainsi que les Agents, les systèmes multi-agent.

Nous avons représenté toutes les étapes et les démarches que pour implémenter et simuler notre scénario lors d'un accident dans un réseau Vanet grâce à une simulation multi-agents qui utilisent les agents pour représenter les entités (véhicules) et la communication entre eux pour l'objectif de minimiser les accidents de route.

Conclusion générale

Le développement des nouvelles technologies de télécommunications et réseaux sans fil vise à rendre les réseaux plus efficace et fiable

Les réseaux ad hoc de véhicules forment un nouveau type de réseaux issu des réseaux ad hoc mobiles MANET. Ils se composent d'un grand nombre de véhicules circulant sur des routes et qui ne partagent pas une infrastructure fixe entre eux, capables de communiquer (communication V2V) ou avec des infrastructures(V2I). Le développement des Vanet consiste à prendre en considération leurs caractéristiques, la taille du réseau, la vitesse des véhicules pour engendrer une sécurité et un confort aux usages et au Trafic routier.

Dans notre projet d'étude nous avons réalisé une modélisation d'un protocole de communications lors d'un accident en utilisant le simulateur Netlogo qui se base sur un langage orienté agent (Logo). L'objectif de la simulation est de constater l'importance des réseaux Vanet et des véhicules intelligents pour le confort de l'être humain d'une part et la sécurité routière et d'infrastructure d'une autre part.

La réalisation de Ce mémoire est très bénéfique pour nous car nous avons pu comprendre le principe de fonctionnement des réseaux Ad-Hoc de véhicule, l'avantage qu'ils ont apportés, les défis que trouvent les chercheurs ainsi que la maîtrise d'un nouveau langage simple et efficace.

Nous envisagerons d'approfondir notre étude sur les réseaux VANET et défis qu'ils posent, améliorer notre modèle Net logo d'une ville intelligente en donnant plus de détails.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Ahizoune, Ahmed A. "Un protocole de diffusion des messages dans les réseaux véhiculaires."(2011).
- [2] BOULKAMH, Chouaib. Prise en compte de la Qos par les protocoles de routage dans les réseaux mobiles Ad Hoc. 2008. Thèse de doctorat. Université de Batna 2.
- [3] <https://www.tp-link.com/en/support/faq/219/>. Consulté le 10/09/2022.
- [4] Kaisser, Florent. Communications dans les réseaux fortement dynamiques. Diss. Université Paris Sud-Paris XI, 2010.
- [5] https://www.researchgate.net/figure/Mobile-ad-hoc-network_fig1_330653653 Consulté le 10/09/2022.
- [6] Bernsen, James, and D. Manivannan. "Unicast routing protocols for vehicular ad hoc networks: A critical comparison and classification." *Pervasive and Mobile computing* 5.1 (2009): 1-18.
- [7] https://www.researchgate.net/figure/VANET-domains-in-reference-architecture_fig1_272641833 Consulté le 10/09/2022.
- [8] ALI, Kahina Ait. Modélisation et étude de performances dans les réseaux VANET. 2012. Thèse de doctorat. Université de Technologie de Belfort-Montbéliard 2012.
- [9] TCHEPNDA, Christian. Authentification dans les réseaux véhiculaires opérés. 2008. Thèse de doctorat. Télécom ParisTech.
- [10] Christian Tchepnda, "Authentification dans les Réseaux Véhiculaires Opérés", Thèse de Doctorat, École Nationale Supérieure des Télécommunications Spécialité : Informatique et Réseaux, Paris- France , 18 Décembre 2008.

- [11] LAANAOU, My Driss et RAGHAY, Said. Greedy forwarding mechanism and decomposition areas in urban environment for VANET. International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS). IEEE, 2014. p. 1206-1211. In : 2014.
- [12] Laanaoui, My Driss, and Said Raghay. "Greedy forwarding mechanism and decomposition areas in urban environment for VANET." 2014 International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS). IEEE, 2014.
- [13] <https://www.tonex.com/training-courses/vehicle-vehicle-v2v-communications-training/>. Consulté le 10/09/2022.
- [14] <https://www.techtarget.com/whatis/definition/vehicle-to-infrastructure-V2I-or-V2X?amp=1>. Consulté le 10/09/2022.
- [15] https://www.researchgate.net/figure/Representation-of-V2V-and-V2I-technologies-a-V2V-communication-b-V2I-communication_fig2_275220928 Consulté le 20/09/2022.
- [16] <https://blog.rgbsi.com/connection-with-vehicle-to-network-v2n> . Consulté le 20/09/2022.
- [17] Rangarajan, Sathyanarayanan, et al. "V2c: a secure vehicle to cloud framework for virtualized and on-demand service provisioning." Proceedings of the International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics. 2012.
- [18] Nguyen, Bach Long, et al. "A joint scheduling and power control scheme for hybrid I2V/V2V networks." IEEE Transactions on Vehicular Technology 69.12 (2020): 15668-15681.
- [19] https://www.researchgate.net/figure/Network-architectures-in-VANET_fig2_273338827 Consulté le 20/09/2022.
- [20] Anaya, José Javier, Pierre Merdrignac, Oyunchimeg Shagdar, Fawzi Nashashibi, and José E. Naranjo. "Vehicle to pedestrian communications for protection of vulnerable road users." In 2014 IEEE Intelligent Vehicles Symposium Proceedings, pp. 1037-1042. IEEE, 2014.

- [21] Marzak, Bouchra, et al. "Performance analysis of routing protocols in vehicular ad hoc network." International Symposium on Ubiquitous Networking. Springer, Singapore, 2016.
- [22] Sharef, Baraa T., Raed A. Alsaqour, and Mahamod Ismail. "Vehicular communication ad hoc routing protocols: A survey." Journal of network and computer applications 40 (2014): 363-396.
- [23] Thomas Clausen and Philippe Jacquet. IETF RFC3626 : Optimized link state routing protocol (OLSR). October 2003.
- [24] Bitam, Salim, and Abdelhamid Mellouk. Bio-inspired routing protocols for vehicular ad-hoc networks. John Wiley & Sons, 2014.
- [25] Misra, Rajiv, and C. R. Mandal. "Performance comparison of AODV/DSR on-demand routing protocols for ad hoc networks in constrained situation." 2005 IEEE International Conference on Personal Wireless Communications, 2005. ICPWC 2005.. IEEE, 2005.
- [26] Naumov, Valery, Rainer Baumann, and Thomas Gross. "An evaluation of inter-vehicle ad hoc networks based on realistic vehicular traces." Proceedings of the 7th ACM international symposium on Mobile ad hoc networking and computing. 2006.
- [27] Garbiso, Julian. Fair auto-adaptive clustering for hybrid vehicular networks. Diss. Telecom ParisTech, 2017.
- [28] Morales, Mildred M. Caballeros, Choong Seon Hong, and Young-Cheol Bang. "An adaptable mobility-aware clustering algorithm in vehicular networks." 2011 13th asia-pacific network operations and management symposium. IEEE, 2011.
- [29] <https://www.1800approved.com.au/blog/advantages-disadvantages-of-micro/smart-cars>. Consulté le 20/08/2022.
- [30] Litman, Todd. Autonomous vehicle implementation predictions. Victoria, BC, Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2017

- [31] <https://www.oscaronews.com/voitures-autonomes-avantages-et-inconvenients/> . Consulté le 20/08/2022.
- [32] <http://tpevoitureecologique.e-monsite.com/pages/la-voiture-intelligente/quels-sont-les-defis.html> .Consulté le 20/08/2022.
- [33] Tang, Shuming, Fei-Yue Wang, and Qinghai Miao. "ITSC 05: current issues and research trends." IEEE Intelligent Systems 21.2 (2006): 96-102.
- [34] <https://media.techtribune.net/uploads/2020/08/cover.png> .Consulté le 20/08/2022.
- [35] Jarašūniene, Aldona. "Analysis of possibilities and proposals of intelligent transport system (ITS) implementation in Lithuania." Transport 21.4 (2006): 245-251.
- [36] Agarwal, Pradeep Kumar, et al. "Application of artificial intelligence for development of intelligent transport system in smart cities." International Journal of Transportation Engineering and Traffic System 1.2 (2015): 20-30.
- [37] <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Systeme-de-transport-intelligent-page-3.html> .Consulté le 20/08/2022.
- [38] N. Uchida, T. Ishida, Y. Shibata, Delay tolerant networks-based vehicle-to-vehicle wireless networks for road surveillance systems in local areas, International Journal of Space-Based and Situated Computing 6 (1) (2016) 12–20.
- [39] Y. Wang, Y. Zou, H. Shi, H. Zhao, Video image vehicle detection system for signaled traffic intersection, in: Hybrid Intelligent Systems, 2009. HIS'09. Ninth International Conference on, Vol. 1, IEEE, 2009, pp. 222– 227
- [40] Quiguer, Stéphanie. Acceptabilité, acceptation et appropriation des Systèmes de Transport Intelligents: élaboration d'un canevas de co-conception multidimensionnelle orientée par l'activité. Diss. Université Rennes 2, 2013.

- [41] Systèmes de transport intelligents Manuel sur les communications mobiles terrestres (y compris l'accès hertzien) Volume 4, Édition 2021
- [42] W. Su, H. R. Eichi, W. Zeng, and M.-Y. Chow, "A survey on the electrification of transportation in a smart grid environment," IEEE Trans. Ind. Informat., vol. 8, no. 1, pp. 1–10, Feb. 2012.
- [43] Giannopoulos, Georgios A. "The application of information and communication technologies in transport." European journal of operational research 152.2 (2004): 302-320.
- [44] G. A. Giannopoulos, "The application of information and communication technologies in transport," Eur. J. Oper. Res., vol. 152, no. 2, pp. 302–320, Jan. 2004. .
- [45] Issariyakul, Teerawat, and Ekram Hossain. "Introduction to network simulator 2 (NS2)." Introduction to network simulator NS2. Springer, Boston, MA, 2009. 1-18.
- [46] H. Fahmy, Wireless Sensor Networks Concepts, Applications, Experimentation and Analysis, Springer Science Business Media Singapore 2016, 635p.
- [47] Sofiane, G. R. I. C. H. "Contribution à la Qualité de Service dans les réseaux VANET." Mémoire, Université d'Oran, département d'informatique 4 (2015).
- [48] Allal, Salim. Optimisation des échanges dans le routage géocast pour les réseaux de Véhicules Ad Hoc VANETs. Diss. Paris 13, 2014.
- [49] https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_multi-agents .Consulté le 20/08/2022.
- [50] https://www.memoireonline.com/08/11/4782/m_Planification-multi-agents-pour-la-composition-dynamique7.html .Consulté le 03/09/2022.
- [51] <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Systeme-multi-agents.html>. Consulté le 03/09/2022.

[52] S. Abbas, H. Sawamura, « Innovations in Multi-Agent Systems and Applications – 1 ». Studies in Computational Intelligence, 113–147, 2010.

Résumé

Les VANETs sont un type particulier des MANETs, où les véhicules sont simulés comme des nœuds mobiles, Ils permettent d'établir des communications entre eux ou bien avec une infrastructure située aux bords de routes dans le but d'améliorer la sécurité routière ou de permettre l'accès à Internet pour les passagers.

Vue la grande mobilité des nœuds dans VANET, le routage devient un défi important, Un bon fonctionnement de réseaux repose sur l'efficacité des protocoles de routage,

Comme dans notre travail nous avons simulé un scénario de communication (v2v) et (v2i) Lors d'un accident de route Pour transporter l'information entre véhicules ainsi qu'entre le véhicule et l'infrastructure dans le but d'avoir une bonne sécurité routière sous Net logo en se basant sur un system multi-agent.

Mot clé: VANETs, MANETs, V2V, V2I, Net logo, system multi-agent.

Abstract

VANETs are a special type of MANETs, where vehicles are simulated as mobile nodes. They allow to establish communications between each other or with a roadside infrastructure in order to improve road safety or to allow Internet access for passengers.

Given the high mobility of nodes in VANETs, routing becomes an important challenge, a good operation of networks rests on the effectiveness of the protocols of routing.

As in our work we simulated a communication scenario (V2V) and (V2I) during a road accident to transport information between vehicles as well as between the vehicle and the infrastructure in order to have a good road safety under Netlogo based on a multi-agent system.

Keyword: VANETs, MANETs, V2V, V2I, Netlogo, multi-agent system

