

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

BADJI MOKHTAR- ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA



جامعة باجي مختار- عنابة

Année : 2019

Faculté: Sciences de l'Ingéniorat
Département: Electronique

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de : MASTER

Intitulé :
**Etude de la mobilité dans les réseaux
Ad hoc véhiculaires VANET**

Domaine : Sciences et Technologie
Filière : Télécommunications
Spécialité: Réseaux et télécommunications

Par :
M^{elle} MEHARZA Wafa

DEVANT Le JURY

Président : KADDECHE.M MCB UBM Annaba

Directeur de mémoire: HAFS.T MCB UB M Annaba

Examineur : MOKHNACHE.A MCB UBM Annaba

Examineur : YAHLI.A MCB UBM Annaba

Remerciements:

*Je remercier tout d'abord Dieu tout puissant, pour
J'avoir guidés et éclairés sur la bonne voie du savoir
Afin d'avoir élaboré ce travail et atteindre les objectifs*

À atteindre.

Je remercier tous ceux qui, pour leurs encouragements,

Leurs

Aides intellectuelles et matérielles, leurs conseils

Et leurs critiques, avoir contribué à la réalisation

De ce travail.

Je tiens à remercier très fort à mon encadreur

Monsieur Hafs Toufik qui a suivi pas à pas

Je remercier s'adressent également à mes

Jurys qui nous feront l'honneur d'évaluer notre

Travail.

Dédicace :

*Tout d'abord, je tiens à remercier Dieu tout puissant
Clément et miséricordieux de m'avoir donné la force
et la diligence providentielle d'avoir élaboré ce projet d'étude.*

*À ceux qui m'ont donnée le courage pour atteindre ce
modeste travail.*

*Je remercie également par cette occasion tous les enseignants et
les administrateurs du département d'Électronique.*

*À mon cher père et ma chère mère pour leur esprit de sacrifice,
leur encouragement, leur générosité et leur soutien moral
qu'ils m'ont apporté durant mon enfance et tout le long de mes
études,*

Que Dieu me les garde.

Je souhaite que ce travail soit à la hauteur de leurs attentes.

À ma chère sœur Lília

À mes très chers frères Mahmoud, Djamel et Rachid

À tout la famille, mes oncles et mes tantes, mes cousins et cousines.

Tous mes amis en particulier.

Wafa

Résumé :

Titre : Etude de la mobilité dans les réseaux Ad hoc véhiculaires VANET.

Au cours des prochaines années, les réseaux de véhicules seront en mesure de réduire considérablement le nombre d'accidents grâce aux messages d'avertissement interproximité. Dans ce travail, nous avons étudié les réseaux de véhicules (appelés réseaux VANET: *Vehicular Ad hoc Networks*), de plus en plus intéressant en recherche et développement. Dans ce domaine, il est nécessaire, plus que dans toute autre application, d'utiliser la simulation pour évaluer le comportement et les performances des modèles de mobilité. De plus, les réseaux VANET nécessitent des paramètres de mobilité présentant des caractéristiques spécifiques associées au réseau routier, en revanche, des équipements de communication, une reproduction des mouvements et des logiciels adaptatifs.

L'objectif de ce travail est de:

- ✓ Etudier les paramètres impliqués dans les modèles de mobilité pour les réseaux VANET.
- ✓ Etude des outils de simulation pour les VANET.
- ✓ Mise en œuvre du programme de simulation NS2 pour des exemples de scénarios d'équipement mobile.

Mots clés : NS-2, Réseaux Ad hoc, les modèles de mobilité, VANET

Abstract:

Title: Study of mobility in VANET vehicular Ad hoc networks.

Over the next few years, vehicle networks will be able to significantly reduce the number of accidents through inter-proximity warning messages. In this work, we studied vehicle networks (called VANET networks: Vehicular Ad hoc Networks), more and more interesting in research and development. In this area, it is necessary, more than in any other application, to use simulations to evaluate the behaviour and performance of mobility models. In addition, VANET networks require mobility parameters with specific characteristics associated with the road network, but communication equipment, motion reproduction and adaptive software. The objective of this work is:

- ✓ Study the parameters involved in mobility models for VANET networks.
- ✓ Study of simulation tools for VANETs.
- ✓ Implementation of the NS2 simulation program for examples of mobile equipment scenarios.

Key words: NS-2, Ad hoc networks, mobility models, VANET.

الملخص:

العنوان: دراسة التنقل في شبكات Ad hoc للمركبات من VANET.

خلال السنوات القليلة المقبلة، ستمكن شبكات المركبات من تقليل عدد الحوادث بشكل كبير من خلال رسائل التحذير بين القرب. في هذا العمل، درسنا شبكات المركبات (تسمى شبكات VANET: شبكات السيارات المخصصة)، وأكثر إثارة للاهتمام في البحث والتطوير. في هذا المجال، من الضروري، أكثر من أي تطبيق آخر، استخدام المحاكاة لتقييم سلوك وأداء نماذج التنقل. بالإضافة إلى ذلك، تتطلب شبكات VANET معلمات تنقل بخصائص محددة مرتبطة بشبكة الطرق، ولكن معدات الاتصالات واستنساخ الحركة والبرامج التكوينية.

الهدف من هذا العمل هو:

- ✓ دراسة المعلمات المشاركة في نماذج التنقل لشبكات VANET.
- ✓ دراسة أدوات المحاكاة لشبكات VANET.
- ✓ تنفيذ برنامج محاكاة NS2 للحصول على أمثلة لسيناريوهات المعدات المتنقلة.

الكلمات المفتاحية: NS-2، شبكات Ad hoc، نماذج التنقل، VANET.

Liste des abréviations:

Wi-Fi: Wireless Fidelity.

MANET: Mobile Ad-hoc networks.

IETF: Internet engineering Task Force.

VANET: Vehicular Ad-hoc Network.

RSU: Road Side Units.

V2V: Vehicule-to-Vehicule.

V2I: Vehicule-to-Infrastructure.

GPS: Global Positioning System.

GSR: Geographic Source Routing.

A-STAR: Anchor based Street and traffic Aware Routing.

UMB: Urbain Multi Hop Broadcast Protocol.

Gy TAR: Improved greedy traffic-Aware Routing Protocol.

QoS: Qualité de service.

TSM: Traffic sign Model.

TRG: Two ray Ground.

NS-2: Network simulator version 2.

IP: Internet protocol.

FTP: File transfert protocol.

TCP: Transfer control protocol.

UDP: User datagram protocol.

RTP: Radio télévision du Portugal.

DVMRP: Distance vector multicast routing protocol.

PIM: Protocol independent multicast.

CSMA /CD: Carrier sense multiple access with collision detection.

Liste des abréviations

CSMA/CA: Carrier sense multiple access with collision avoidance.

PDR: Packet delivery ratio.

RAL: Route acquisition latency.

NAM: Network animators.

OTCL: Object tools command language.

Liste des tableaux:

Tableau III.1 : Composants de NS-2 24

Tableau III.2 : les avantages et les inconvénients de NS-225

Tableau III.3 : Les paramètres utilisés dans le scénario de simulation29

Liste des figures:

1. Chapitre 1 : État de l’art sur les réseaux VANET :

Figure I.1: Echange des données en mode infrastructure et en mode ad hoc.....4

Figure I.2: Exemple de réseau MANET.....5

Figure I.3: Exemple de réseau VANET.....6

Figure I.4: Exemple de véhicule intelligent.....6

Figure I.5: Communication véhicule à véhicule.....7

Figure I.6: Communication véhicule avec utilisation d’infrastructures8

Figure I.7: Communication d’hybride8

2. Chapitre 2: État de l’art sur les modèles de mobilité dans les réseaux VANET :

Figure II.1: La mobilité.....13

Figure II.2: Exemple de macro-mobilité et micromobilité.....14

Figure II.3: Des exemples de micromobilité.....15

Figure II.4: Modèle de freeway.....17

Figure II.5: Modèle de Manhattan.....18

Figure II.6: Modèle de TSM.....19

3. Chapitre 3 : Evaluation des performances des réseaux VANET.

Figure III.1 : Schéma de principe de l’architecture de NS-224

Figure III.2 : Exemple de fichier TCL.....26

Figure III.3 : Exemple de fichier Nam.....27

Figure III.4 : Création de la topologie de modèle Manhattan.....30

Figure III.5 : Les paramètres de simulation.....30

Figure III.6 : Les paramètres de réseaux.....31

Figure III.7 : Les paramètres de canal.....31

Figure III.8 : Exécution de fichier .tcl.....32

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure III.9 : Résultats de l'exécution de fichier .nam..... | 32 |
| Figure III.10 : Création de la topologie de modèle freeway..... | 33 |
| Figure III.11 : Le fichier .nam de la modèle de freeway..... | 33 |
| Figure III.12 : Le débit moyen..... | 34 |
| Figure III.13 : Le délai bout en bout..... | 34 |
| Figure III.14 : Taux de livraison de paquets..... | 35 |

Liste des équations:

1. Chapitre 2: État de l'art sur les modèles de mobilité dans les réseaux VANET :

Équation II.1 : La vitesse du nœud16

Équation II.2 : Règle de vitesse du nœud16

Équation II.3: La fonction de densité de probabilité20

Équation II.4: La fonction de Gamma20

2. Chapitre 3 : Evaluation des performances des réseaux VANET.

Équation III.1: Taux de livraison de paquets PDR28

Équation III.2: Le délai de bout en bout28

Équation III.3: Le débit moyen29

Sommaire:

| | |
|---|----------|
| <u>Introduction générale</u> | 1 |
| <u>Plan du mémoire</u> | 2 |
| chapitre 1 : État de l’art sur les réseaux VANET. | |
| 1. 1 : Introduction..... | 4 |
| 1. 2 : Les réseaux ad hoc..... | 4 |
| 1. 3 : Les réseaux MANET..... | 5 |
| 1. 4 : Les réseaux ad hoc véhiculaires | 5 |
| 1.4.1. Définition d’un réseau VANET..... | 5 |
| 1.4.2. Nœuds d’un réseau VANET..... | 6 |
| 1.4.3. Les modes de communication dans les réseaux VANET..... | 7 |
| 1.4.3.1. Mode de communication de véhicule à véhicule (V2V) | 7 |
| 1.4.3.2. Mode de communication de véhicule avec utilisation d’infrastructures..... | 7 |
| 1.4.3.3. Mode de communication hybride..... | 8 |
| 1.4.4. Caractéristiques des réseaux VANET | 9 |
| 1.4.4.1. Forte mobilité..... | 9 |
| 1.4.4.2. Modèle de mobilité aléatoire prévisible et restreint | 9 |
| 1.4.4.3. Chargement de topologie rapide | 9 |
| 1.4.4.4. Localisation..... | 9 |
| 1.4.4.5. Nœuds réseau abondants | 9 |
| 1.4.4.6. Contraintes de délai difficiles | 9 |
| 1.4.5. Les protocoles de routage dans les VANET..... | 9 |
| 1.4.5.1. Protocole GSR | 9 |
| 1.4.5.2. Protocole A-STAR | 9 |
| 1.4.5.3. Protocole UMB | 10 |
| 1.4.5.4. Protocole GyTAR..... | 10 |
| 1.4.6. Les défis | 10 |
| 1.4.6.1. La sécurité | 10 |
| 1.4.6.2. Qualité de service (QoS) | 10 |
| 1.4.6.3. Routage efficace | 11 |
| 1. 5 : Conclusion..... | 11 |
| Chapitre 2 : État de l’art sur les modèles de mobilité dans réseaux VANET. | |
| 2. 1 : Introduction | 13 |
| 2. 2 : La mobilité..... | 13 |
| 2. 3 : Les fonctionnels d’un modèle de mobilité | 14 |
| 2.3.1. La macro-mobilité | 14 |
| 2.3.2. La micromobilité..... | 14 |
| 2. 4 : Les modèles de mobilité dans un VANET..... | 15 |
| 2.4.1. Modèle de freeway..... | 15 |
| 2.4.2. Modèle de Manhattan..... | 17 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 2.4.3. Modèle de TSM | 18 |
| 2.4.4. Modèle de nakagami..... | 20 |
| 2.4.5. Modèle de TRG | 20 |
| 2. 5 : Conclusion | 21 |

Chapitre 3 : Evaluation des performances des réseaux VANET.

| | |
|---|----|
| 3. 1 : Introduction..... | 23 |
| 3. 2 : Outils de simulation..... | 23 |
| 3.2.1. NS-2 (Network Simulator version 2)..... | 23 |
| 3.2.2. Composants de NS-2..... | 24 |
| 3.2.3. L'architecture NS-2..... | 24 |
| 3.2.4. Les avantages et les inconvénients de simulateur NS2 | 25 |
| 3.2.5. Processus de simulation..... | 25 |
| 3.2.5.1. Fichier (.tcl) | 25 |
| 3.2.5.2. Fichier trace (.tr) | 26 |
| 3.2.5.3. Le fichier NAM (.nam) | 26 |
| 3.2.5.4. Gnuplot..... | 27 |
| 3.2.5.5. Fichier (.scn) | 27 |
| 3.2.5.6. Fichier .awk..... | 27 |
| 3. 3 : Les critères d'évaluation | 28 |
| 3.3.1. Taux de livraison | 28 |
| 3.3.2. Le délai de bout en bout | 28 |
| 3.3.3. Le débit moyen | 29 |
| 3. 4 : L'exécution de la simulation | 29 |
| 3.4.1. Modèle Manhattan..... | 29 |
| 3.4.2. Modèle freeway | 33 |
| 3. 5 : Résultats de la simulation..... | 33 |
| 3.5.1. Le débit moyen | 34 |
| 3.5.2. Le délai de bout en bout | 34 |
| 3.5.3. Taux de livraison de paquets | 35 |
| 3. 6 : Discussions des résultats | 35 |
| 3. 7 : Conclusion | 36 |

| | |
|--------------------------|----|
| Conclusion générale..... | 37 |
|--------------------------|----|

Introduction générale:

À l'heure actuelle, l'utilisation de la technologie sans fil a adapté le marché des réseaux de télécommunication. Cette avancée technologique fait des réseaux de communication sans fil l'un des domaines les plus actifs de la recherche informatique.

Ces réseaux propagent rapidement des lieux de travail aux foyers dans les zones de divertissement. Ainsi, l'introduction de ces réseaux dans les voitures est indispensable, d'où l'émergence de réseaux de véhicules ad hoc (VANET : vehicular Ad hoc NETWORK). Ce type de réseau permet aux véhicules de communiquer entre eux via des interfaces sans fil.

Pour étudier les VANET, le déploiement réel sur le terrain n'est malheureusement pas possible, et donc l'utilisation de simulations. Aujourd'hui, la recherche dans ce domaine est devenue très active et les constructeurs automobiles envisagent d'intégrer des systèmes de communication sans fil dans leurs véhicules. La portée de la recherche de réseaux de véhicules sans fil est très large et va des applications de sécurité aux applications de divertissement et de publicité. Lors de la simulation, la portabilité est un paramètre à ne pas négliger, car les unités du réseau VANET peuvent se déplacer à grande vitesse selon un schéma de mobilité particulier. Pour modéliser la mobilité des réseaux VANET, plusieurs modèles sont conçus. Ces modèles de mobilité devraient prendre en compte les restrictions de mobilité des véhicules afin que les simulations soient proches de la réalité.

L'objectif principal de mon travail est d'étudier l'importance de choisir le modèle de mobilité dans la simulation des réseaux audiovisuels et l'impact de cette sélection sur les résultats de la simulation. Pour mener à bien cette étude, nous allons mettre en œuvre des modèles de mobilité configurable inspirés des modèles les plus réalistes.

Plan du mémoire :

Le travail présenté dans ce mémoire est structuré en trois chapitres précédé par une introduction et finalisé par une conclusion et des perspectives permettant d'enrichir notre travail :

- ✚ Le premier chapitre s'intéresse à l'état de l'art sur les réseaux VANET.
- ✚ Le deuxième chapitre concerne l'état de l'art sur les modèles de mobilité dans réseaux VANET.
- ✚ Le troisième chapitre continue la phase de la simulation.

Chapitre 1 : État de l'art sur les réseaux VANET

1.1 Introduction

1.2 Les réseaux ad hoc

1.3 Les réseaux MANET

1.4 Les réseaux ad hoc véhiculaires

1.5 Conclusion

1.1 Introduction :

Les réseaux ad hoc véhiculaires (VANET) ont été un domaine de recherche très chaud au cours des dernières années. En raison de leurs caractéristiques uniques comme la mobilité prévisible et forte, la topologie dynamique élevée, les VANETS attirent l'attention du milieu universitaire que de l'industrie.

Dans ce chapitre, nous présentons l'état de l'art sur les réseaux VANET. On commence par définir les réseaux ad hoc, MANET et VANET ainsi que les modes des communications, les caractéristiques des réseaux VANET, les protocoles de routage dans les VANET et à la fin nous décrivons les défis pour les VANETS [1].

1.2 Les réseaux ad hoc :

Les réseaux ad hoc sont des réseaux sans fil, est défini comme un réseau qui n'a pas d'infrastructure de communication préexistante, bande passante limitée et sécurité limitée. Le réseau est créé par des nœuds disponibles. Dans ce type de réseau chaque nœud transfère les données avec sa voisine est effectuée de manière dynamique, selon la connectivité des deux appareils. Dans le réseau ad hoc, chaque nœud peut jouer différents rôles et l'utilisation la plus courante de ce réseau est faite par le WIFI qui permet une mise en place rapide d'une connexion réseau entre deux périphériques [2].

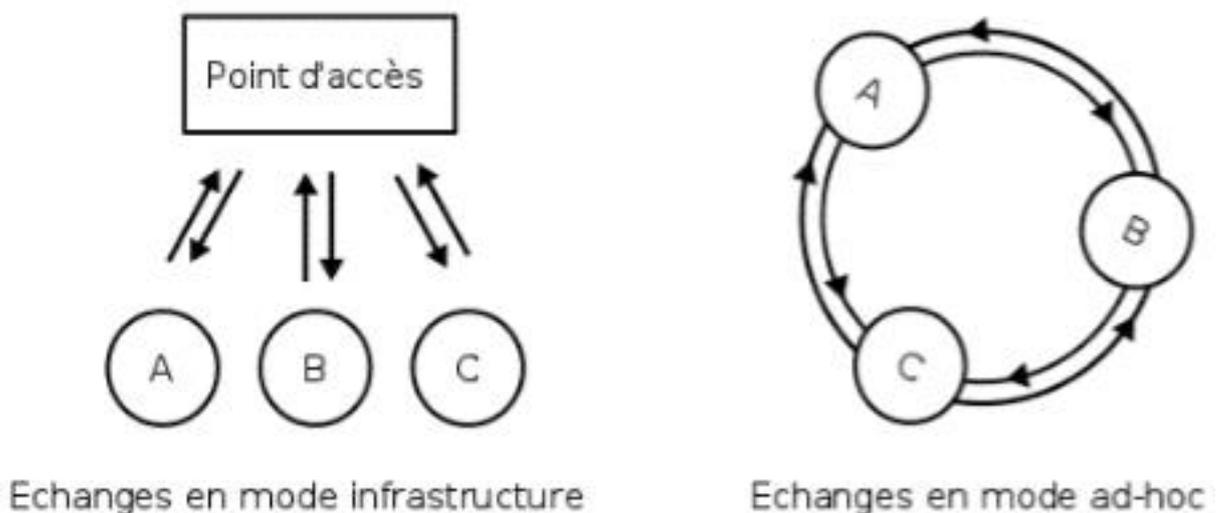


Figure I.1 : Echange des données en mode infrastructure et en mode ad hoc [2]

1.3 Les réseaux MANET :

Les réseaux mobiles MANET sont un nom de groupe de travail de l'IETF qui permet d'effectuer l'utilisation principale du réseau ad hoc. Dans ce type de réseau peut changer les emplacements et se configurer rapidement et de manière imprévisible lors que MANETS est mobile, il utilisant des connexions sans fil pour ce connecter à différents réseaux. Il peut être d'une connexion WIFI standard ou d'une autre moyenne comme une transmission cellulaire ou par satellite [3].

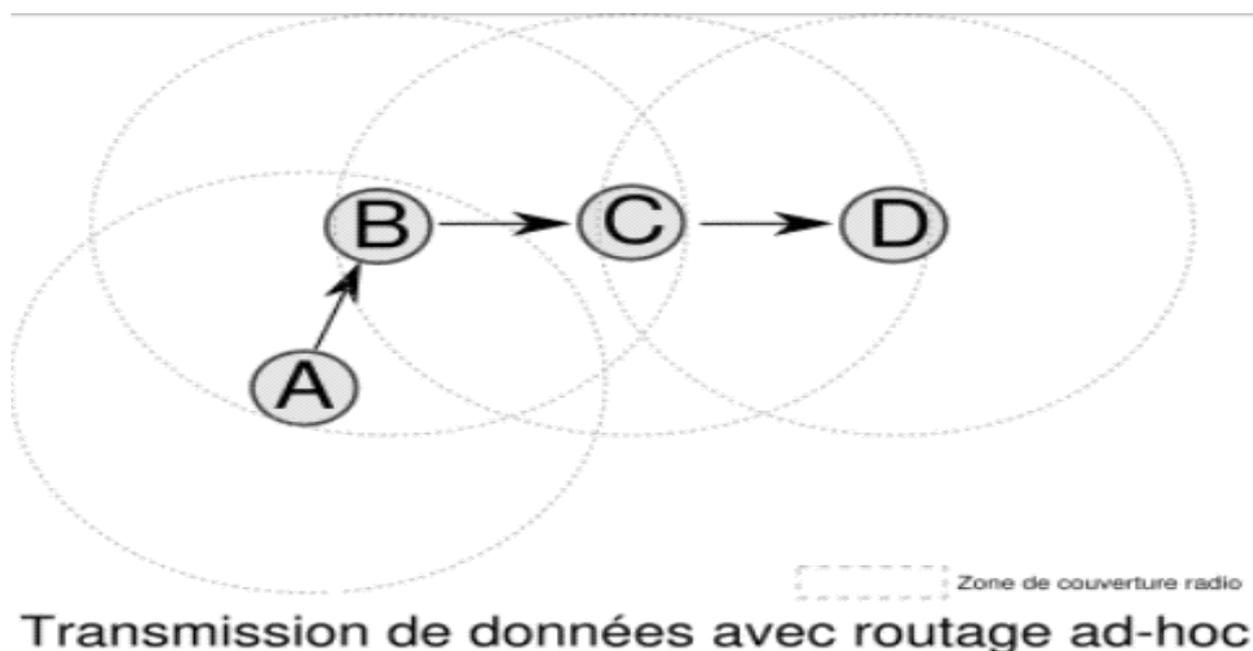


Figure I.2 : Exemple de réseau MANET [3]

1.4 Les réseaux ad hoc véhiculaires :

1.4.1. Définitions d'un réseau VANET

Les réseaux VANET est une forme de MANET c'est-à-dire définir comme un sous-ensemble de MANET avec la propriété distinctive que les nœuds présents ici sont des véhicules intelligents. Ainsi, le nœud c'est-à-dire le mouvement du véhicule est restreint par voie routière, englobant le trafic et la réglementation de la circulation. En raison, des ces restrictions, VANET est supporté par une infrastructure fixe qui aide quelque service du VANET et permet l'accès aux réseaux stationnaires.

les infrastructures fixes sont déployées dans des zones sensibles telles que les bords de route, les stations-service, les zones où intersections où conditions météorologiques sont dangereuses [4]

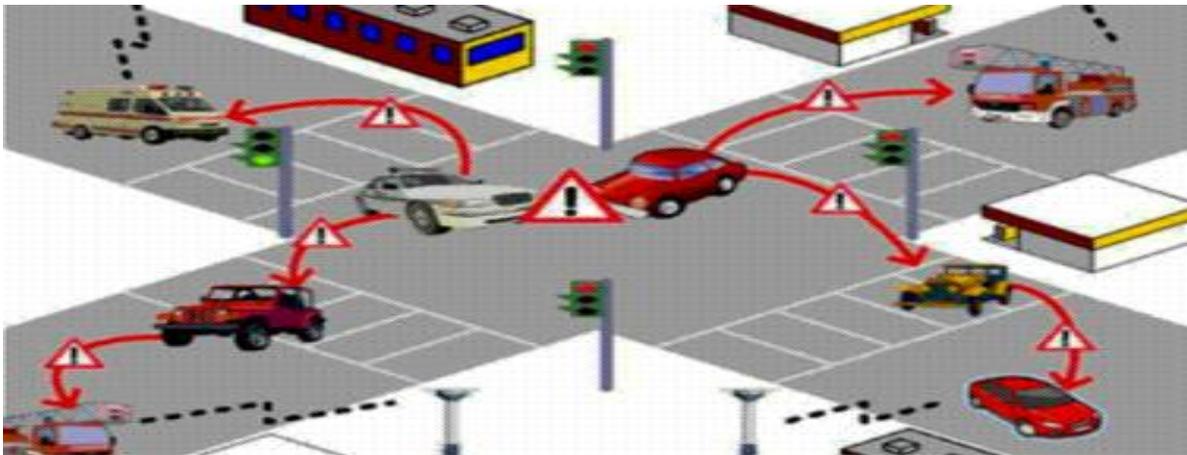


Figure I.3 : Exemple de réseau VANET [4]

1.4.2. Nœuds d'un réseau VANET

Un nœud d'un réseau VANET est un véhicule intelligent équipé des équipements comme des calculateurs, des capteurs et des interfaces réseau. La figure 4 représentée un exemple de véhicule intelligent [5].

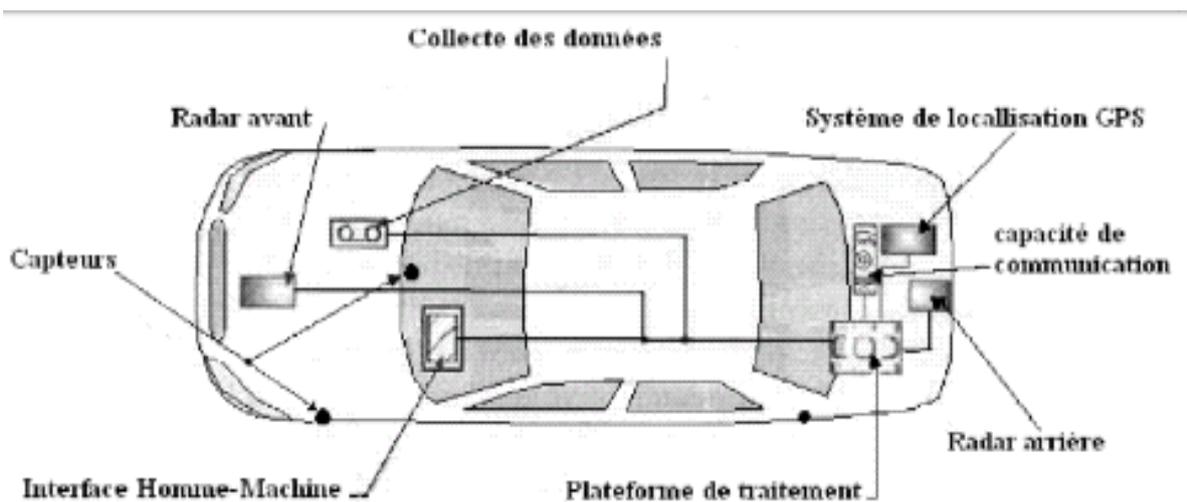


Figure I.4 : Exemple de véhicule intelligent [5]

1.4.3. Les modes de communications dans les réseaux VANET

On peut trouver trois modes dans les VANETS.

1.4.3.1. Mode de communication véhicule à véhicule (V2V)

Dans ce mode, chaque véhicule est équipé pour communiquer directement avec un autre véhicule et cette communication moins coûteuse et plus flexible [5].

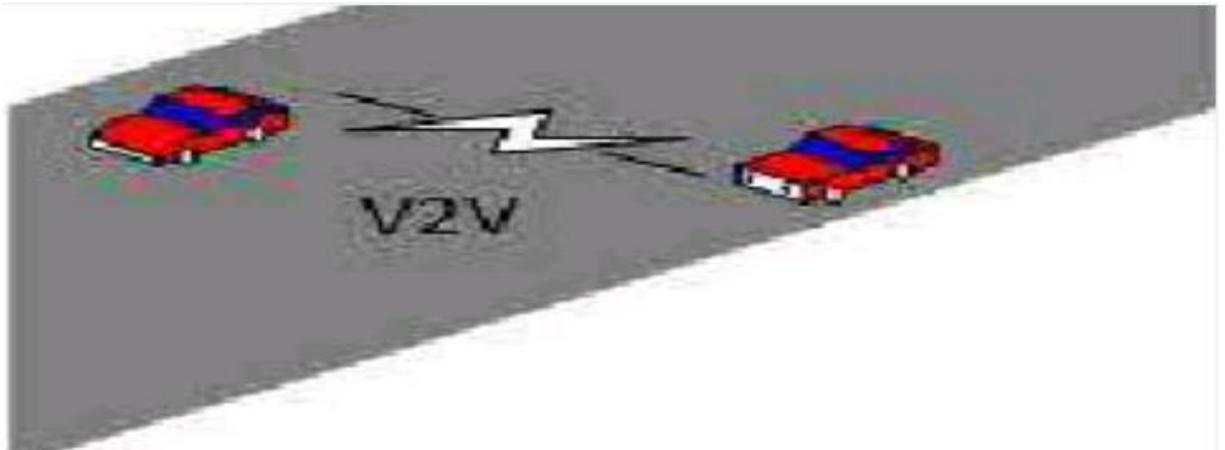


Figure I.5 : Communication véhicule à véhicule [6]

1.4.3.2. Mode de communication de véhicule avec utilisation d'infrastructures

Ce mode de communication repose sur le modèle Client/serveur qui permet une bonne utilisation des ressources partagées et multiplie les services fournis par les RSUs installés sur le bord de route, mais le problème de ce mode est coûteux [5].

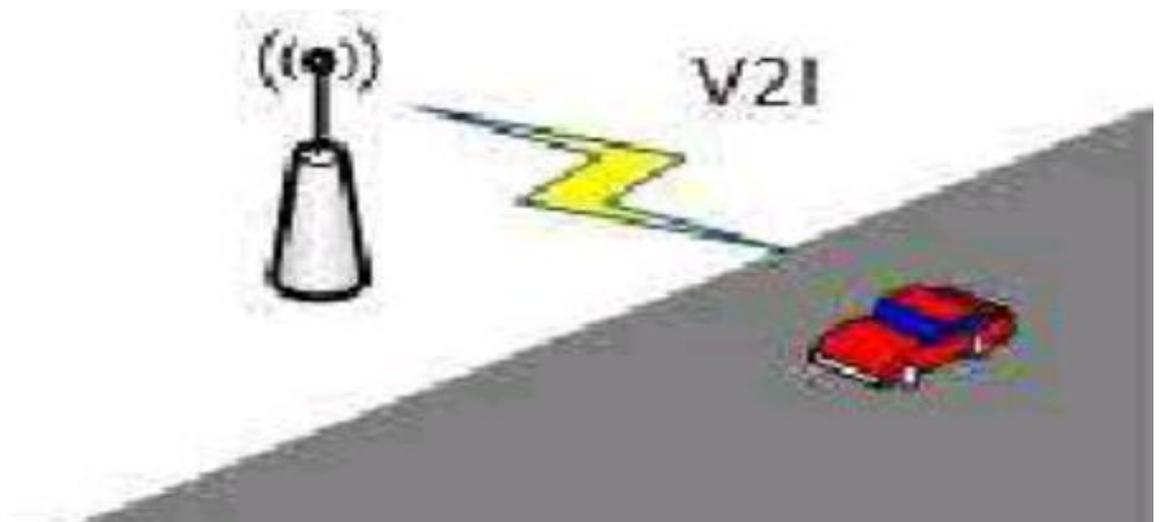


Figure I.6 : Communication véhicule avec utilisation d'infrastructures [6]

1.4.3.3. Mode de communication hybride

Ce mode de communication est produit lors de la combinaison les deux modes de communication précédents (V2V, V2I) [5].

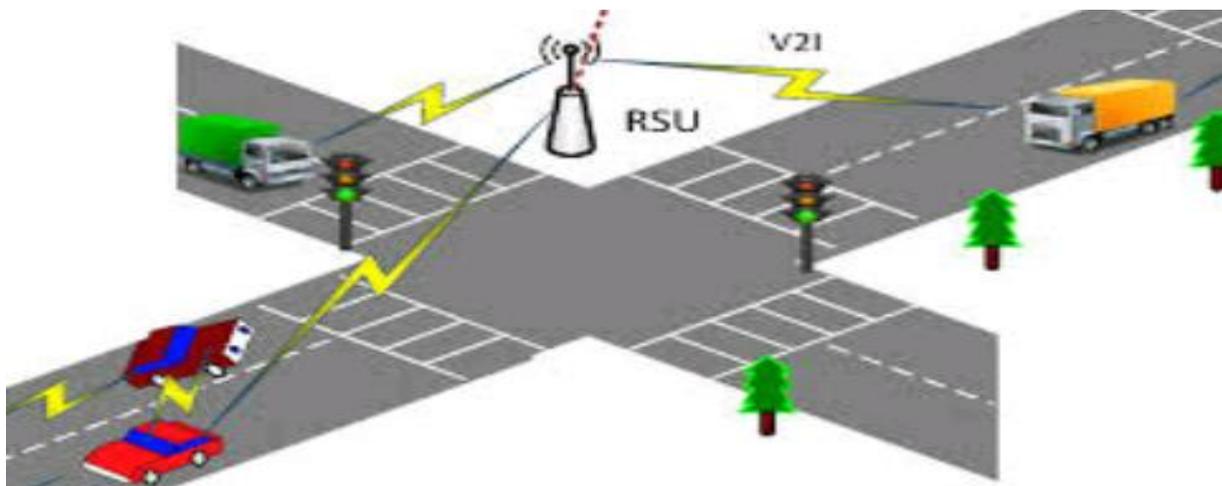


Figure I.7 : Communication d'hybride [7]

1.4.4. Caractéristiques des réseaux VANET

Les caractéristiques principales des réseaux VANET peuvent conclure comme suite :

1.4.4.1. Forte mobilité

Les nœuds des VANET se caractérisent par sa vitesse relative élevée ce qui rend son environnement très dynamique [5] [8].

1.4.4.2. Modèles de mobilité aléatoire prévisibles et restreints

Contrairement à la mobilité aléatoire de MANET, les mouvements des nœuds VANET sont soumis à des règles restreintes (règles de théorie de la circulation) ce qui les rend prévisibles au moins à court terme [5] [8].

1.4.4.3. Chargement de topologie rapide

Les nœuds VANET se caractérisent par leur grande vitesse. Cela se traduit par des changements de la topologie du réseau, ce qui entraîne des coûts de communication élevée pour le partage de nouvelles informations de topologie [5] [8].

1.4.4.4. Localisation

Les véhicules peuvent utiliser le système de positionnement global (GPS) pour les localiser très précisément [5] [8].

1.4.4.5. Nœuds réseau abondants

Contrairement à MANET qui se caractérise par une taille réduite de réseau, les réseaux VANET peuvent être très importants en raison de la forte densité des véhicules [5] [8].

1.4.4.6. Contraintes de délai difficiles

Les messages de sécurité sont l'objectif principal des VANET. Par conséquent, les messages de sécurité doivent recevoir une priorité élevée et doivent être délivrés rapidement [5] [8].

1.4.5. Les protocoles de routage dans les VANET

1.4.5.1. Protocole GSR

Le rôle de ce protocole est que le véhicule source permet de calculer le chemin le plus court à l'aide de l'information géographique [5].

1.4.5.2. Protocole A-STAR

Ce protocole repose sur la position de l'environnement de communication véhiculaire métropolitain, il est nommé par protocole de routage [5].

1.4.5.3. Protocole UMB

Ce protocole repose sur l'algorithme de propagation multisauts pour les réseaux intervéhicules avec prise en charge d'infrastructure [5].

1.4.5.4. Protocole Gy TAR

Ce protocole suppose que chaque véhicule connaît sa position actuelle grâce au GPS [5].

1.4.6. Les défis

Les caractéristiques des réseaux véhiculaires découlent plusieurs défis que l'on peut compter les plus importants en ces points :

1.4.6.1. La sécurité

La sécurité dans le réseau VANET doit être considérée comme importante pour les autres réseaux informatiques sécurisés. Il y a un certain nombre d'attaques possibles dans VANET. Le but de ces attaques est de créer un problème pour que les utilisateurs accèdent au système ou pour rechercher des informations. Par exemple : déni de service, attaque de tunnel,etc. [8]

1.4.6.2. Qualité de service (QoS)

Assurer certains niveaux de qualité de service dans VANET est une tâche importante. Un réseau avec des retards de transmissions des données minimaux, moins de retransmissions et une latence élevée peut assurer une certaine QoS aux utilisateurs. Promouvoir ce type de QoS avec différentes applications utilisateur et un environnement réseau dynamique est une tâche intéressante et stimulante dans la conception de réseau VANET. La prise en charge de QoS sur les réseaux VANET reste difficile lorsque les chemins de routage actuels ne sont pas disponibles en raison des changements de la vitesse de nœud, la position du nœud, la topologie de réseau ou la distance entre les nœuds de véhicules. Il peut être difficile pour les ingénieurs réseau et les chercheurs d'utiliser la bande passante disponible des réseaux VANET pour améliorer la transmission des messages et pour développer des protocoles de routage adaptatifs de QoS qui fonctionnent pour la planification de nouvelles routes. Rapidement et efficacement [8].

1.4.6.3. Routage efficace

Pour envoyer des paquets de données d'un nœud à un autre correctement et rapidement, un algorithme de routage efficace est nécessaire. Dans VANET, un algorithme de routage efficace signifie un système de routage avec un délai minimal, une capacité système maximale et une complexité moindre pour le calcul. La conception d'un tel algorithme pouvant être implémentée dans de nombreuses topologies de réseau et répondant à toutes les caractéristiques énumérées ci-dessous est une zone de recherche active dans VANET. Généralement, la signification et la maintenance de l'image idéale pour l'envoi de données via les nœuds intermédiaires constituent le principal moteur de l'algorithme de routage VANET, en raison de la nature dynamique des nœuds mobiles, la recherche et l'économie de la route sont une tâche complexe. Compte tenu du fait que VANET a conduit à l'utilisation des protocoles de routage spéciaux au début pour MANET. Les adresses et les protocoles de routage est basés sur la topologie nécessitent une adresse unique pour chaque nœud de partage. Cela signifie qu'un mécanisme souhaitable peut être utilisé pour affecter des adresses uniques à des véhicules, mais ces protocoles ne garantissent pas que la répétition d'adresses d'allocation dans le réseau soit évitée [8].

1.5 conclusions :

Dans ce chapitre, nous avons présenté un aperçu des principaux aspects des VANET. Nous définissons les réseaux ad hoc, MANET et VANET ainsi que les modes de communication et les caractéristiques des réseaux VANET. Enfin, nous décrivons les défis pour les VANET.

Les performances d'un tel type de communication entre les véhicules dans les réseaux VANET dépendent des différents protocoles de routage

Chapitre2 : État de l'art sur les modèles de mobilité dans réseaux VANET

2.1 Introduction

2.2 La mobilité

2.3 Les fonctionnels d'un modèle de mobilité

2.4 Les modèles de mobilité dans un VANET

2.5 Conclusion

2.1 Introduction :

Le modèle de mobilité de VANET est lié à la diversité environnementale et les infrastructures routières. Simultanément, le mode de mobilité des réseaux VANETs est mis en œuvre à partir de la vitesse de véhicules, de leurs mouvements aléatoires, et comportements et réalisations des conducteurs face à des obstacles ou des situations diverses ou complexes. (Ex. les heures de pointe, les accidents, etc.).

Dans ce chapitre, nous présentons l'état de l'art sur les modèles de mobilité dans les réseaux VANET. On commence par définir la mobilité, les fonctionnels d'un modèle de mobilité et à la fin nous décrivons les modèles de mobilité dans VANET.

2.2 La mobilité :

La mobilité est la propriété ou la nature de quelque chose qui peut se déplacer dans l'espace, suivi d'un changement métaphorique (fonction), d'un côté et de la forme (mobilité du visage par exemple), ou instable (Larousse cite un exemple de « la mobilité des sentiments »). La mobilité des personnes physiques peut être limitée par certains handicaps et pour tout cela implique un accès aux moyens et aux infrastructures de transport [9].



Figure II.1 : La mobilité [11]

2.3 Les fonctionnels d'un modèle de mobilité :

Afin de garantir la validité du modèle de mobilité pour une mobilité réelle, celui-ci doit être intégré entre deux niveaux, la macro-mobilité et la micromobilité [10].

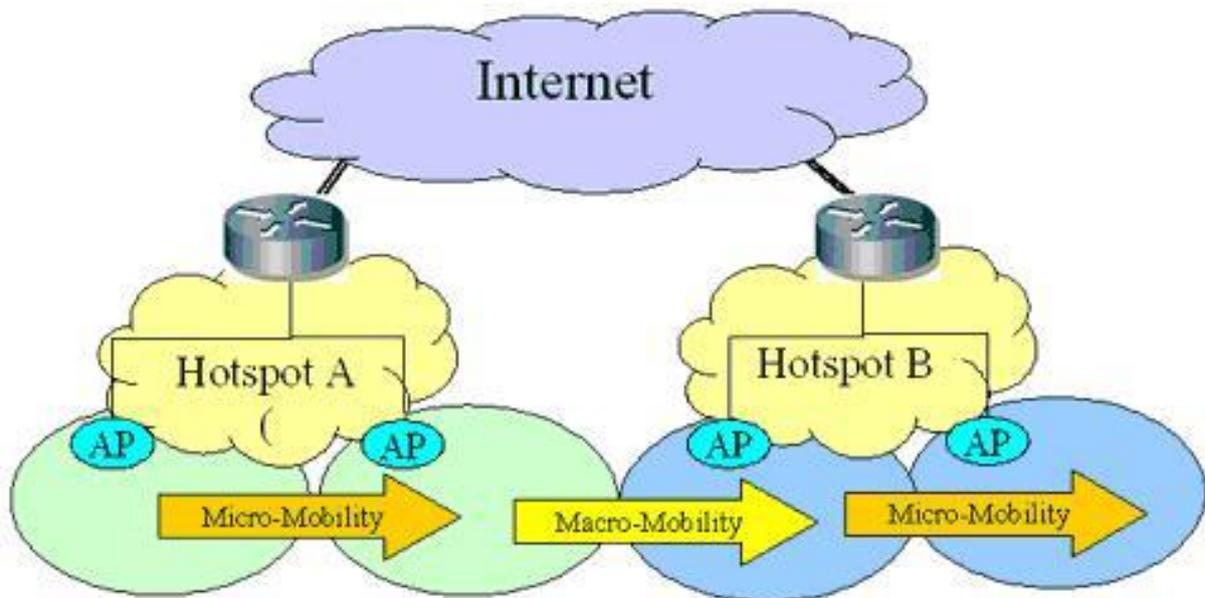


Figure II.2 : Exemple de macro-mobilité et micromobilité [13]

2.3.1. La macro-mobilité

La macro-mobilité consiste en la mobilisation des aspects visuels affectant la circulation des véhicules, décrivant la topologie du réseau routier et les caractéristiques de chaque route (à double sens ou à sens unique, nombre de voies, vitesse limitée), la suppression des règles de sécurité de chaque route, les signaux présents au niveau des intersections (feux de signalisation, panneaux-stop.....) etc. [10].

2.3.2. La micromobilité

La micromobilité est le comportement individuel de chaque conducteur. Elle comprend des fonctions de remplissage telles que l'accélération/décélération, le freinage et l'interaction du conducteur avec les autres conducteurs et l'infrastructure routière [10].



Figure II.3 : Des exemples de micromobilité [12]

2.4 Les modèles de mobilité dans un VANET :

La circulation automobile est limitée aux routes et obéit aux mécanismes de contrôle de la circulation. Il est donc nécessaire d'appliquer des modèles appropriés selon des scénarios spécifiques.

Ces modèles sont plus sensibles au facteur temps et à la mémoire que les modèles généraux, mais ils sont plus adaptés aux mouvements de véhicules [14].

2.4.1. Modèle de freeway

Le modèle de mobilité freeway est défini une mobilité basée sur une carte pour reproduire le mouvement des véhicules. Il existe de nombreuses autoroutes (freeway) dans la zone de simulation.

Chaque autoroute est composée de plusieurs chemins qui vous permettant d'échanger dans les deux sens (permettant au chemin de se déplacer dans une seule direction). Au début de la simulation, les nœuds sont placés au hasard sur des pistes et tournés à vitesses dépendantes du temps :

$$V(t+1) = V(t) + \text{random} * a(t).$$

- $V(t)$: la vitesse du nœud à l'instant t .
- **random**: Valeur aléatoire uniformément choisie dans l'intervalle $[-1,1]$.
- $a(t)$: Accélération d'un nœud à l'instant t .

Équation II.1 : La vitesse du nœud

Une distance de sécurité est également définie pour ce modèle entre deux voitures qui se suivent sur le même chemin. Ainsi, si le nœud A suit un autre nœud B, il doit se déplacer à une vitesse inférieure ou égale à la vitesse de B. Cette règle peut être remplie avec la formule suivante :

$$\text{Quelque soit } i, j, t : \quad D_{ij}(t) < SD \Rightarrow V_i(t) \leq V_j(t).$$

Tq le nœud j se trouve devant le nœud i sur la même voie.

- $D(t) \ i, j$: Distance entre les nœuds i et j à l'instant t .
- **SD** : Distance de sécurité entre les nœuds.
- $V(t) \ i$: Vitesse d'un nœud i à l'instant t .

Équation II.2 : Règle de vitesse du nœud

La dernière règle de ce modèle est que le nœud ne peut pas modifier le chemin. Si vous quittez la zone de simulation, un nouveau chemin est choisi de manière aléatoire entre les chemins disponibles.

Ce modèle présente des restrictions supplémentaires :

- ✓ Les nœuds ne peuvent pas être modifiés au niveau de l'intersection.
- ✓ Le contrat ne s'arrête jamais, ce n'est pas le cas.
- ✓ Manque de mécanismes de contrôle, où les véhicules s'arrêtent devant les feux de circulation, s'arrêtent [14].

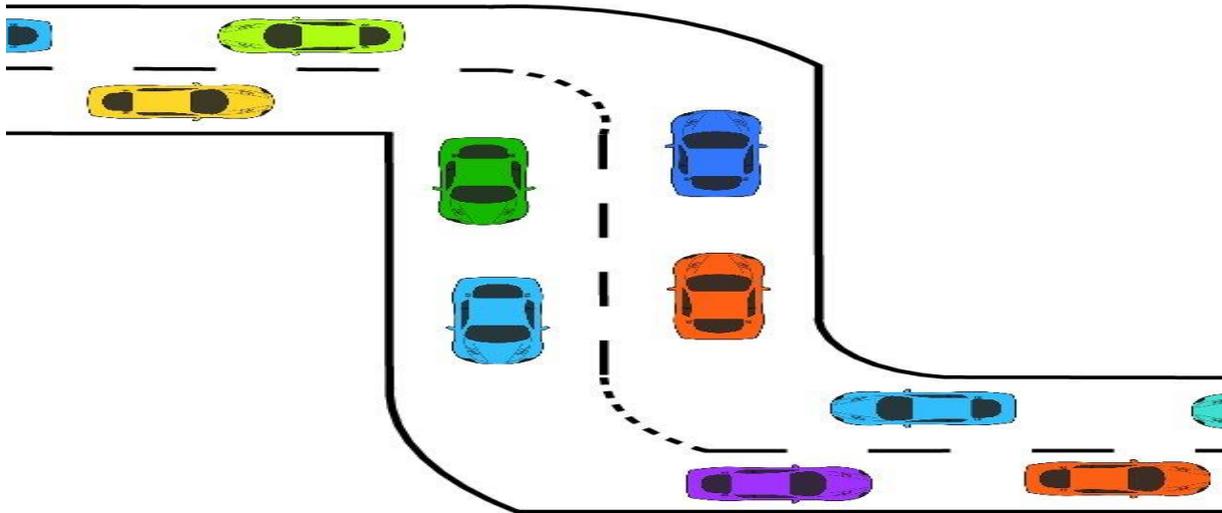


Figure II.4 : Modèle de freeway [16]

2.4.2. Modèle de Manhattan

Comme le modèle freeway, ce modèle s'appuie sur une carte pour définir les mouvements des véhicules. Il est utilisé pour simuler l'envenimement urbain. Avant de commencer la simulation, une carte contenant des rues horizontales et verticales générées. Chaque rue a deux itinéraires à suivre dans les deux sens (nord et sud pour un itinéraire vertical, est et ouest pour un itinéraire horizontal).

Lorsque la simulation commence, les véhicules sont placés de manière aléatoire pour tourner à des vitesses historiquement rapides (la formule utilisée est identique à celle du modèle de freeway) lorsque le nœud atteint une intersection (croisement entre une voie horizontale et une voie verticale), choisissez une direction : continuer tout droit, tourner à droit ou à gauche.

La vitesse, en revanche, est régie par une règle : le nœud ne peut pas se déplacer plus rapidement que le nœud le précédant, moins que la distance de sécurité définie comme paramètre du modèle.

Le modèle de Manhattan est similaire au modèle de freeway en termes de règles de contrôle et de circulation. Cependant, il offre une plus grande liberté de mouvement, car le nœud peut changer aux intersections [14].

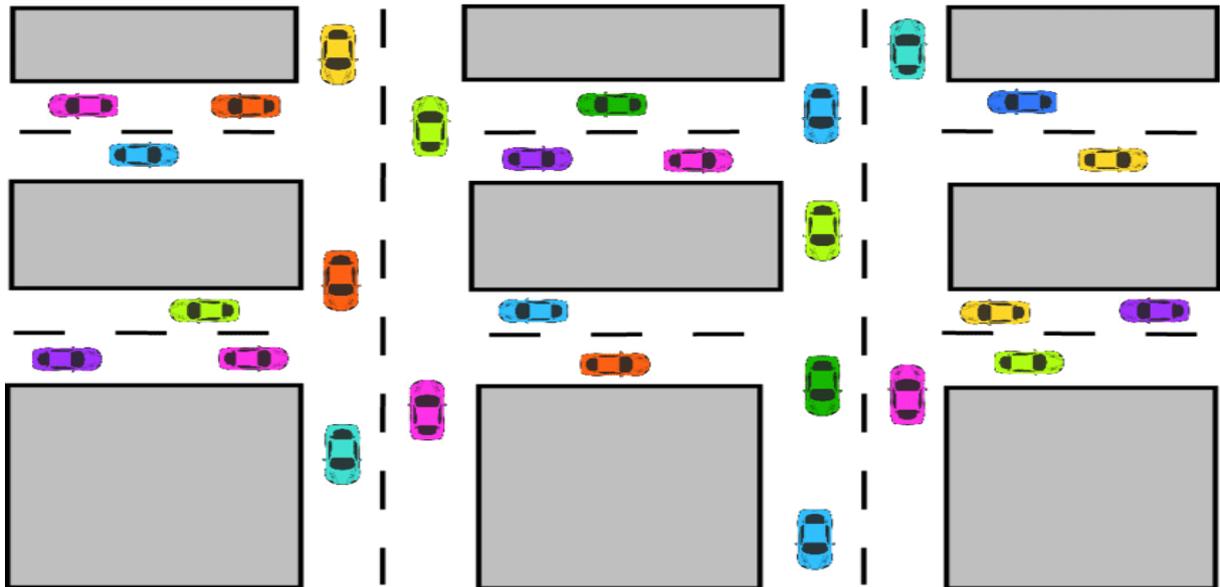


Figure II.5 : Modèle de Manhattan [16]

2.4.3. Modèle de TSM

Ce modèle utilise une vraie carte. Cependant, il comprend un mécanisme de surveillance du trafic. Ce mécanisme est : feux de circulation.

Dans un modèle TSM, des feux de signalisation sont placés à chaque intersection, forçant chaque véhicule à s'arrêter pendant un certain temps. Les voitures s'arrêtent quand le feu est rouge et se croisent quand il est vert. Le comportement des véhicules avec ces feux est le suivant :

Lorsque le nœud se rapproche de l'intersection et se trouve au sommet de la queue (s'il y a une queue), ils décident de la probabilité d'arrêter p (par conséquent, ils décident de continuer avec la probabilité $(1-p)$). Si vous décidez d'arrêter, un temps d'attente aléatoire est choisi entre 0 et une valeur fixe de w .

Lorsqu'une file d'attente est formée à une intersection, chaque nœud doit attendre le reste du temps d'attente du nœud précédent, plus une seconde (pour simuler le délai de démarrage du véhicule dans la file d'attente).

Chaque fois que le feu passe au vert, les véhicules commencent à traverser l'intersection un à un jusqu'à ce que le chemin devienne vide.

Le prochain véhicule qui arrive en tête de queue va encore décider avec une probabilité p de traverser, et avec une probabilité de $1-p$ de s'arrêter et le processus recommence.

Dans ce modèle, les contrats de téléphonie mobile qui se suivent doivent respecter une distance de sécurité. Les sites principaux du contrat et leurs destinations sont aléatoires.

Les chemins empruntés par les nœuds entre les points de départ et de destination sont créés à l'aide d'un algorithme de chemin court.

Fournit un modèle plus réaliste que les précédents en intégrant des mécanismes de contrôle du trafic.

Ce formulaire affiche des restrictions supplémentaires :

- ✓ La planification des signaux de circulation sur les cartes est irréaliste, car il est impossible de trouver une zone incluant toutes les intersections sur les incendies.
- ✓ Ne soutenez pas le concept de doublage si le nœud derrière le véhicule est le plus lent [14].



Figure II.6 : Modèle de TSM [17]

2.4.4. Modèle de nakagami

La distribution de Nakagami est définie par deux paramètres m et Ω . La fonction de densité de probabilité de Nakagami est présentée par :

$$P_x(x) = \frac{2m^2 x^{2m-1}}{\Gamma(m)\Omega^m} e\left(-\frac{mx^2}{\Omega}\right)$$

Équation II.3: La fonction de densité de probabilité

Où $\Gamma(m)$ représente la fonction de Gamma déterminée par :

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{x-1} dt$$

$$E(X) = \frac{\Gamma(m + \frac{1}{2})}{\Gamma(m)} \sqrt{\frac{\Omega}{m}}$$

$$Var(X) = \Omega \left[1 - \frac{1}{m} \left[\frac{\Gamma(m + \frac{1}{2})}{\Gamma(m)} \right]^2 \right]$$

Équation II.4 : La fonction de Gamma

La distribution de nakagami comprend de nombreuses autres distributions. Pour décrire la distribution de Rayleigh, nous fixons la valeur de $m=1$ et pour la rangée de distribution gaussienne unilatérale, nous déterminons la valeur de $m=1/2$. Il donne également une bonne approximation de la distribution de Rice et s'approche, dans certaines conditions, de la distribution lognormale [15].

2.4.5. Modèle TRG

Le modèle TRG ne donne pas un bon résultat pour une courte distance due à l'oscillation provoquée par la constructive et combinaison destructive des deux rayons.

Ce modèle suppose que l'énergie reçue est la somme des lignes de mire directe et le chemin réfléchi du sol. Il ne tient aucun compte des obstacles et de l'expéditeur et le

Récepteur doit être à la même hauteur. On peut dire ça le modèle ne s'applique pas non plus à VANET [18].

2.5 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié les modèles de mobilité réaliste (freeway, manhattan, TSM, nakagami, TRG) ils représentent un aperçu des principaux aspects de modèle de mobilité dans les réseaux VANET. Alors dans ce chapitre, on a définie la mobilité ainsi que le fonctionnement des modèles de la mobilité dans les réseaux VANET et a la fin on a montré les modèles de mobilité dans un VANET.

Chapitre3 : Evaluation des performances des réseaux VANET

3.1 Introduction

3.2 Outils de simulation

3.3 Les critères d'évaluation

3.4 L'exécution de la simulation

3.5 Résultats de simulations

3.6 Discussions des résultats

3.7 Conclusion

3.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous discuterons de la phase de mise en œuvre et étudierons les effets de la mobilité sur les performances d'un réseau ad hoc.

Les réseaux étudiés étant des réseaux VANET, nous nous intéressons à l'impact que le trafic des véhicules peut avoir sur les résultats de la simulation. En fait, un modèle de mobilité qui ne correspond pas à la réalité peut conduire à des résultats erronés pour toutes les expériences. Nous allons utiliser le simulateur NS-2 et choisir des scénarios de simulation utilisant 2 modèles de mobilité soigneusement sélectionnés: Freeway et Manhattan et en fin on fait une comparaison entre ces deux modèles que nous avons implémentés pour étudier les accédants.

3.2 Outils de simulation :

3.2.1. NS-2 (Network Simulator version 2)

Network Simulator (NS-2) est un outil de simulation d'événement distinct. Il permet la simulation des réseaux IP câblés et sans fil. Commencées en 1989, les versions ont été améliorées. Depuis 1995, NS est soutenue par la contribution de DARPA (Defense Advanced Research Project Agency). En 1996, la version 2 de ns était bien sûr présentée avec des améliorations architecturales. En 1997, ns-2 a été étendu pour prendre en charge les réseaux sans fil. À l'heure actuelle, NS-2 est l'outil de simulation le plus largement utilisé pour les réseaux classiques ainsi que pour l'allocation de ressources.

NS-2 est un outil de simulation de réseau de données. Il est construit autour d'un langage de programmation appelé Tcl qui est une extension. Du point de vue de l'utilisateur, cette simulation s'effectue via une étape de programmation décrivant la topologie du réseau et le comportement de ses composants, puis se poursuit la phase de simulation elle-même et enfin l'interprétation des résultats. Cette dernière étape peut être complétée par un outil annexe, appelé Nam, qui permet de visualiser et d'analyser des éléments de simulation. NS2 est en réalité un programme relativement complexe écrit en C++ et lié à travers le Tcl. Pour modifier le comportement des objets existants, il est nécessaire de modifier le code C++ qu'il implémente.

Il existe une extension dans NS-2, nam (Network Animator) qui permet la visualisation de la structure du réseau et peut afficher le flux de paquets et les files d'attente [19] [20].

3.2.2. Composants de NS-2

| | |
|----------------------------------|---|
| Application | Web, ftp, telnet, générateur de trafic |
| Transport | TCP, UDP, RTP |
| Routage | Statique, dynamique (vecteur distance) et routage multipoint (DVMRP, PIM) |
| Gestion de file d'attente | RED, DropTail, Token bucket |
| Discipline de service | CBQ, SFQ, DRR, Fair queueing |
| Système de transmission | CSMA/CD, CSMA/CA, lien point à point |

Tableau 1 : Composants de NS-2 [19]

3.2.3. L'architecture NS-2

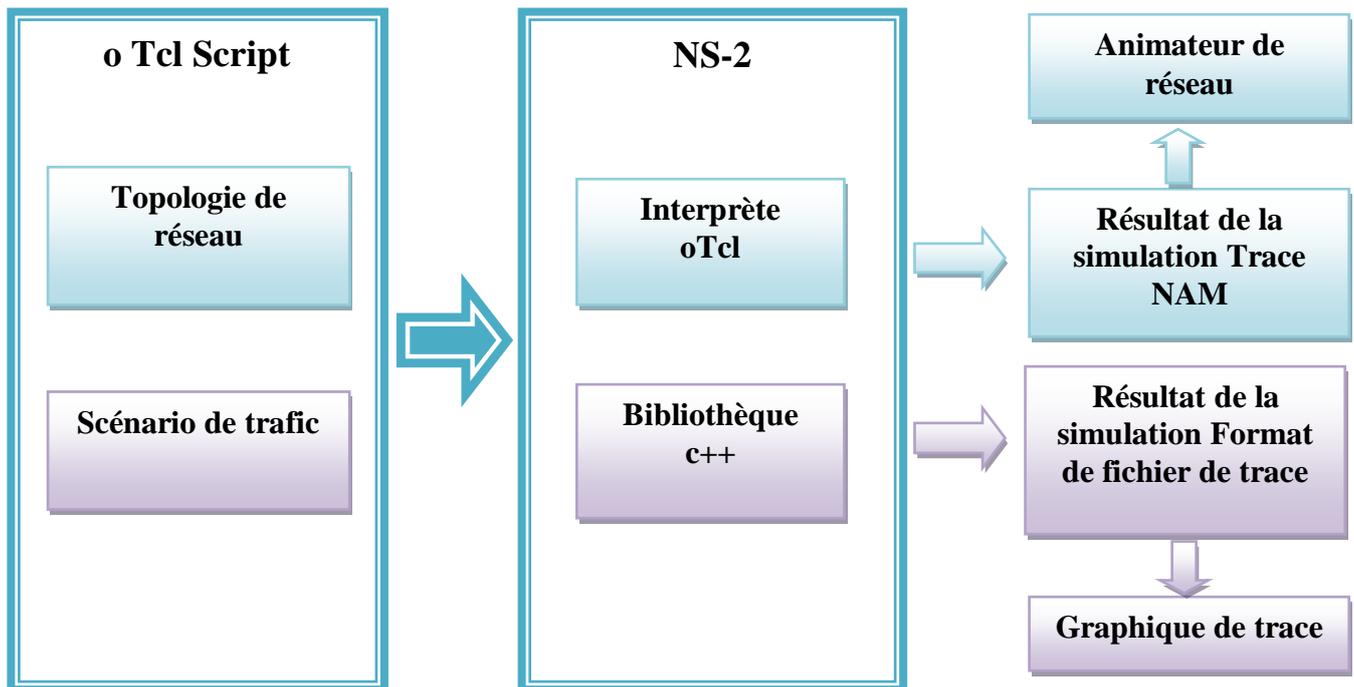


Figure III.1 : Schéma de principe de l'architecture NS-2 [19]

3.2.4. Les avantages et les inconvénients de simulateur NS2

| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Programme de simulation multicouche. ✓ Outil totalement gratuit pour plusieurs plates-formes. ✓ Possibilité d'ajouter des composants personnalisés. ✓ Développement orienté objet. ✓ En raison de sa popularité, de nombreux protocoles sont facilement disponibles pour NS-2. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ La modélisation dans NS-2 reste une tâche complexe: il n'y a pas d'interface graphique. ✓ Une technique complexe est nécessaire pour utiliser cette simulation. |

Tableau 2 : Les avantages et les inconvénients de NS-2 [19]

3.2.5. Processus de simulation

Le simulateur a besoin d'un fichier de script Tcl en entrée et le scénario réseau prévu est présenté sous la forme d'une série de commandes Tcl qui sont envoyées à un simulateur de réseau. La simulation donne des résultats d'analyse de la performance réseau dans deux fichiers distincts. [19]:

- ✓ Fichier de trace (.tr)
- ✓ Fichier NAM (.nam)

3.2.5.1. Fichier (.tcl)

TCL est un langage de script puissant qui vous permet d'utiliser des approches de programmation orientées objet. Il peut être facilement étendu par plusieurs unités. Ce fichier est amené à un simulateur du réseau qui crée des fichiers de suivi supplémentaires. Le script d'analyse de fichier (fichier .awk) prend le fichier de trace.

d'entrée et en écrit les résultats dans des fichiers personnalisés, qui sont réutilisés pour un traitement ultérieur [19] [21].

```

#Setup a FTP Application over TCP connection
set ftp0 [new Application/FTP]
$ftp0 attach-agent $tcp1
$ns at 1.0 "$ftp0 start"
$ns at 12.0 "$ftp0 stop"

#Setup a CBR Application over UDP connection
set cbr1 [new Application/Traffic/CBR]
$cbr1 attach-agent $udp3
$cbr1 set packetSize_ 1000
$cbr1 set rate_ 1.0Mb
$cbr1 set random_ null
$ns at 4.0 "$cbr1 start"
$ns at 12.0 "$cbr1 stop"

#-----
#           Termination
#-----
#Define a 'finish' procedure
proc finish {} {
    global ns tracefile namfile
    $ns flush-trace
    close $tracefile
    close $namfile
    exec nam out.nam &
    exit 0
}
for {set i 0} {$i < $Sval(nn)} {incr i} {
    $ns at $Sval(stop) "\$n$i reset"
}
$ns at $Sval(stop) "$ns nam-end-wireless $Sval(stop)"
$ns at $Sval(stop) "finish"
$ns at $Sval(stop) "puts \"done\" ; $ns halt"
$ns run
    
```

Figure III.2 : Exemple de Fichier TCL

3.2.5.2.Fichier trace (.tr)

Le fichier de trace contient des informations sur les différents événements survenus pendant la simulation. Il contient tous les détails du comportement des noeuds, des paquets envoyés et reçus, du type de paquet, la couche responsable de communication, des paquets perdus, des causes de perte, de la consommation électrique, etc. [19] [21].

3.2.5.3.Le fichier NAM (.nam)

Contiens des informations sur la structure, par exemple, les nœuds, les liens et le suivi des packages. Nous pouvons dire que c'est une réplique du fichier de trace, mais il utilise une syntaxe différente qui fonctionne avec le rendu [19] [21].

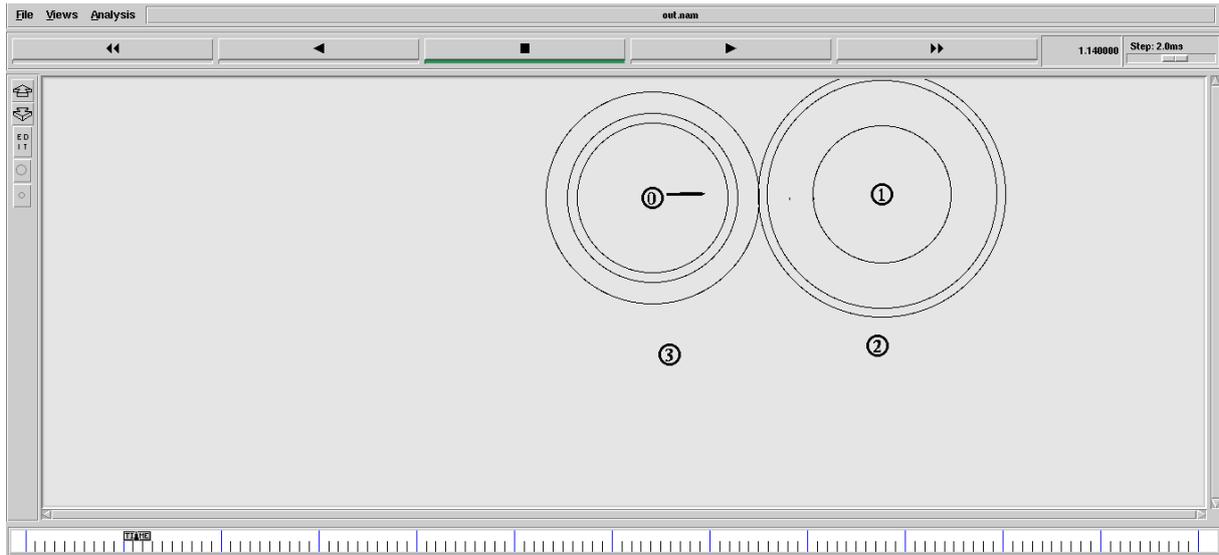


Figure III.3 : Exemple de Fichier Nam

3.2.5.4.Gnuplot

C'est un utilitaire graphique pour Unix, dont le code est protégé par copyright, mais distribué gratuitement. Il a été créé pour permettre aux scientifiques et aux étudiants de visualiser les fonctions mathématiques à l'aide de graphiques bidimensionnels 2D et tridimensionnelles 3D [19] [21].

3.2.5.5.Fichier (.scn)

C'est le fichier qui représente la position des nœuds autour du coordinateur. Actuellement, ce fichier est créé à l'aide de l'utilitaire (scn.gen). Il s'agit d'un simple fichier texte pouvant être facilement adapté pour placer les nœuds aux emplacements souhaités. Notez que les positions de nœud doivent respecter les limites du réseau répertoriées dans le fichier source, Fichier.tcl [19] [21].

3.2.5.6.Fichier.awk

- **Paramètre:**

Vous devez analyser le fichier en utilisant le fichier de trace pour générer les résultats analysés.

Processus: le fichier peut prendre en charge la création des indicateurs de performance (métriques) suivants [19] [21]:

1. Débit
2. Délai minimum

3. Délai maximum
4. Délai moyen
5. Données de paquet envoyées
6. Paquets de données reçus avec succès par leurs destinations respectives
7. Taux de livraison des paquets de données
8. Énergie moyenne utilisée
9. Pourcentage moyen de l'énergie consommée
10. Statistiques de paquets manquants

3.3 Les critères d'évaluation :

Notre objectif dans ce travail est d'effectuer une évaluation des performances des modèles de mobilité dans un réseau VANET (freeway et Manhattan) à travers les métriques suivantes:

3.3.1. Taux de livraison de paquets

Le taux de PDR du rapport de livraison de paquets est le nombre de paquets de données que la destination a reçus avec succès par rapport au nombre de paquets de données émis par la source. Permet de vérifier si l'extension du protocole a un impact sur la réussite du transfert des paquets de données [19]

$$PDR = \frac{\text{Σnbr de paquet srecus par la destination}}{\text{Σnbr de paquets envoyes par tous les noeuds source}} \times 100$$

Équation III.1 : Taux de livraison de paquets PDR

3.3.2. Le délai de bout en bout

Le délai dans le paquet est le temps nécessaire pour atteindre la destination et le délai moyen est le délai moyen pour chaque paquet de données envoyé. Il est noté RAL pour Route Acquisition Latency ou encore End-to-End Delay [19].

$$D = \text{Temps de réception} - \text{le temps de transmission}$$

Équation III.2 : Le délai de bout en bout

3.3.3. Le débit moyen

Parfois appelée bande passante, elle détermine la quantité maximale d'informations (bits) par unité de temps (b / s) [19]

$$debitmoyen = \sum_{k=1}^n \frac{\text{taille du paquet reçu}}{(\text{temps de réception} - \text{temps émission})} \times \frac{8}{100}$$

Équation III.3 : Le débit moyen

3.4 L'exécution de la simulation:

Pour nos simulations, les modèles de mobilité que nous avons simulés sont freeway et Manhattan. Pour les évaluer, nous revenons aux mesures de performance. Ensuite, nous appliquons le scénario que nous avons sélectionné, suivi des paramètres d'évaluation. Enfin, nous interprétons les graphiques tirés des résultats obtenus lors de la simulation. Avant de commencer les tests, nous vous fournirons les différents paramètres que nous avons utilisés et qui sont illustrés dans le tableau suivant:

| Paramètres | Scénario | |
|----------------------------|----------|-----------|
| Modèles | Freeway | Manhattan |
| Nombres de nœuds | 12 | 12 |
| Temps de simulation | 12 | 12 |
| Taille d'un paquet | 1500 | 1500 |
| Nombres des nœuds déplacés | 12 | 12 |
| Simulateur | NS2 | NS2 |

Tableau 3 : Les paramètres utilisés dans le scénario de simulation

3.4.1. Modèle Manhattan

Dans ce modèle, nous avons l'utilisation principale de NS-2. On va désigner la topologie de modèle qui contient 12 nœuds avec 12 nœuds déplacés. Cela peut être vu dans la figure ci-dessous.

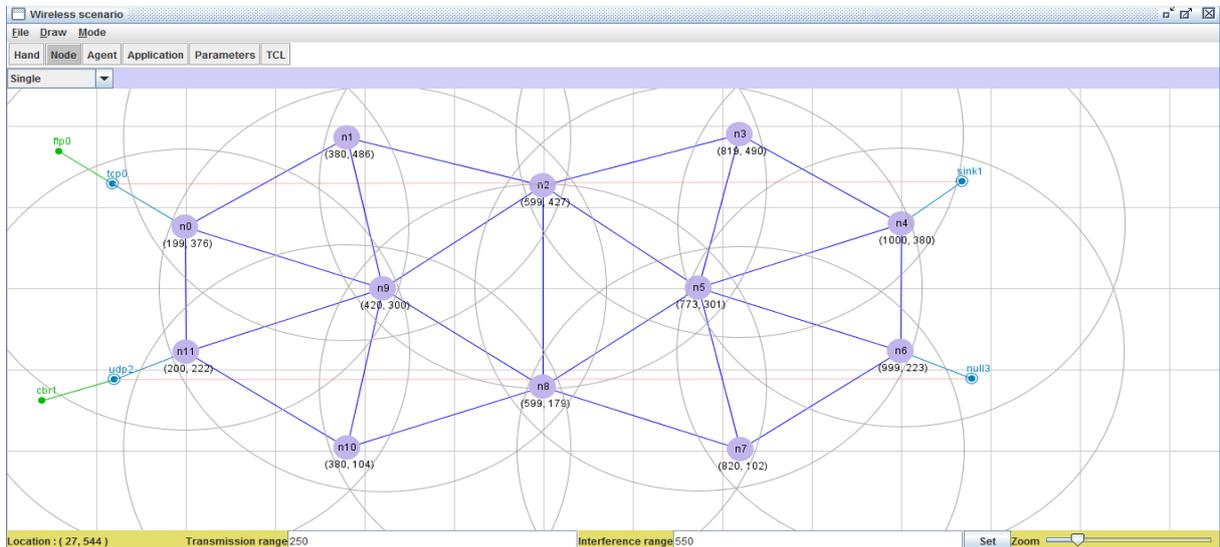


Figure III.4 : création de la topologie de modèle Manhattan

On règle les paramètres de simulation suivant le tableau précédent. La figure 5,6 et 7 montre comment régler ces paramètres.

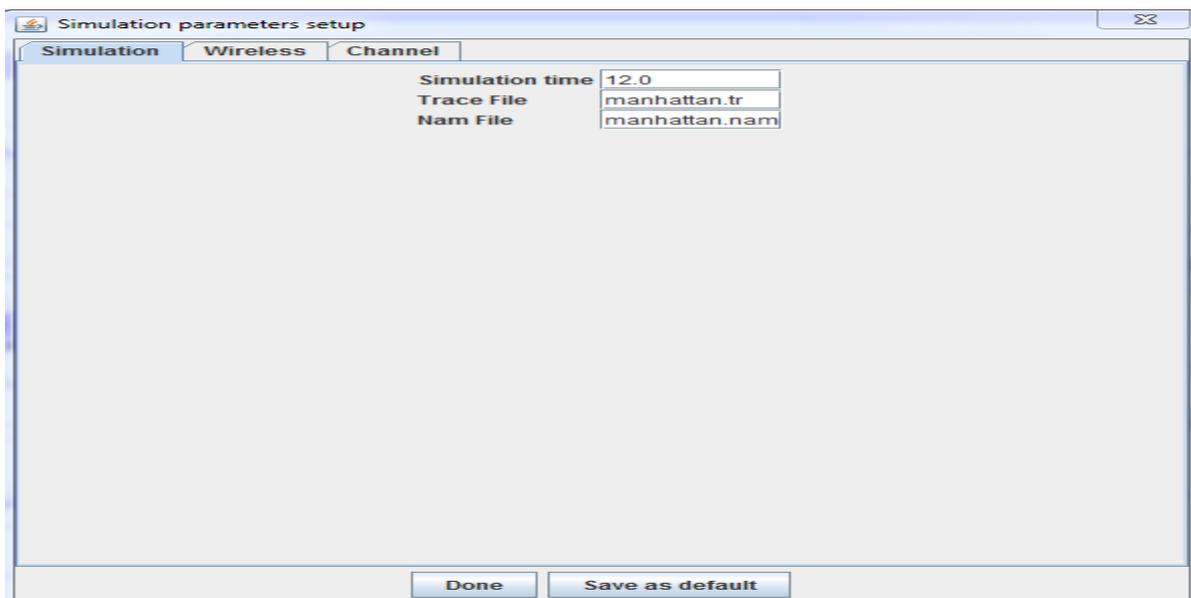


Figure III.5 : les paramètres de simulation

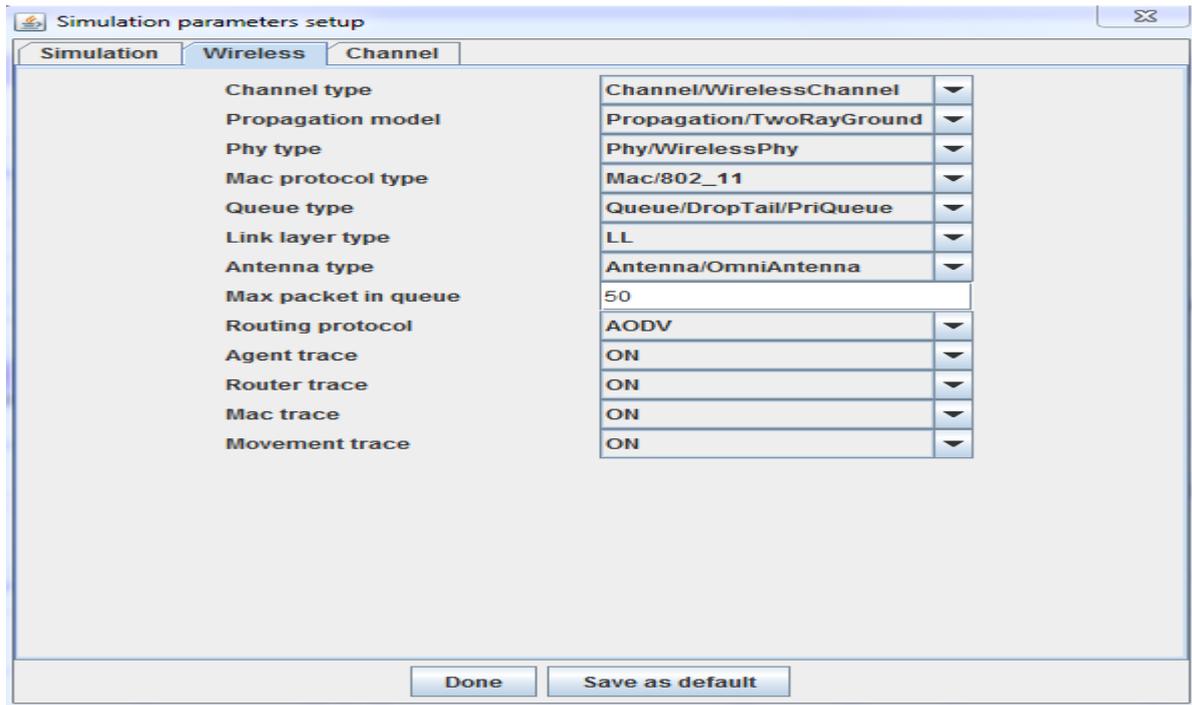


Figure III.6 : les paramètres de réseaux

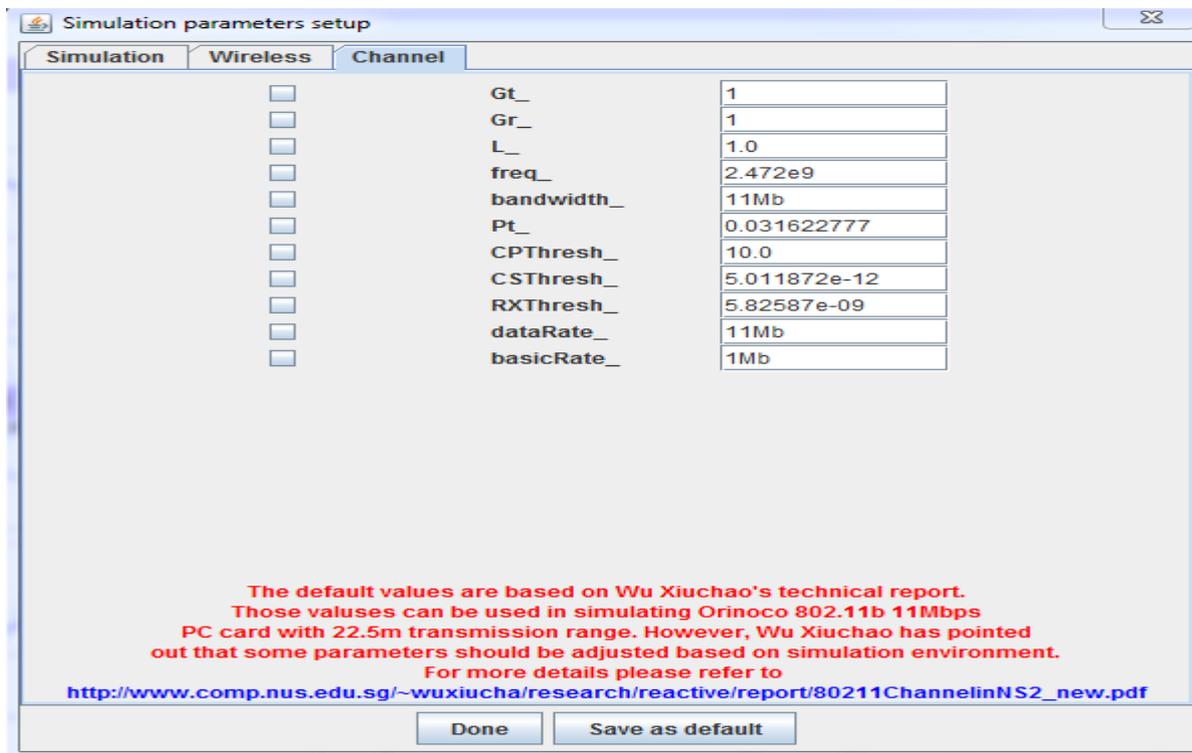


Figure III.7 : les paramètres de canal

Une fois le chargement effectué, nous exécutons le fichier de simulation .TCL.

```

~/example
Main Options  VT Options  VT Fonts

Info@Info-PC ~
$ ls
example  sessions  startxwin.exe.stackdump  xterm.exe.stackdump

Info@Info-PC ~
$ cd example

Info@Info-PC ~/example
$ ls
manhattan.nam  manhattan.tcl  manhattan.tr

Info@Info-PC ~/example
$ ns manhattan.tcl
num_nodes is set 12
INITIALIZE THE LIST xListHead
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5,  distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!

Info@Info-PC ~/example
$ █
    
```

Figure III.8 : Exécution de fichier .tcl

On choisit le fichier de type NAM trace et on spécifie l'emplacement du fichier puis on lance la simulation comme montre la figure suivante :

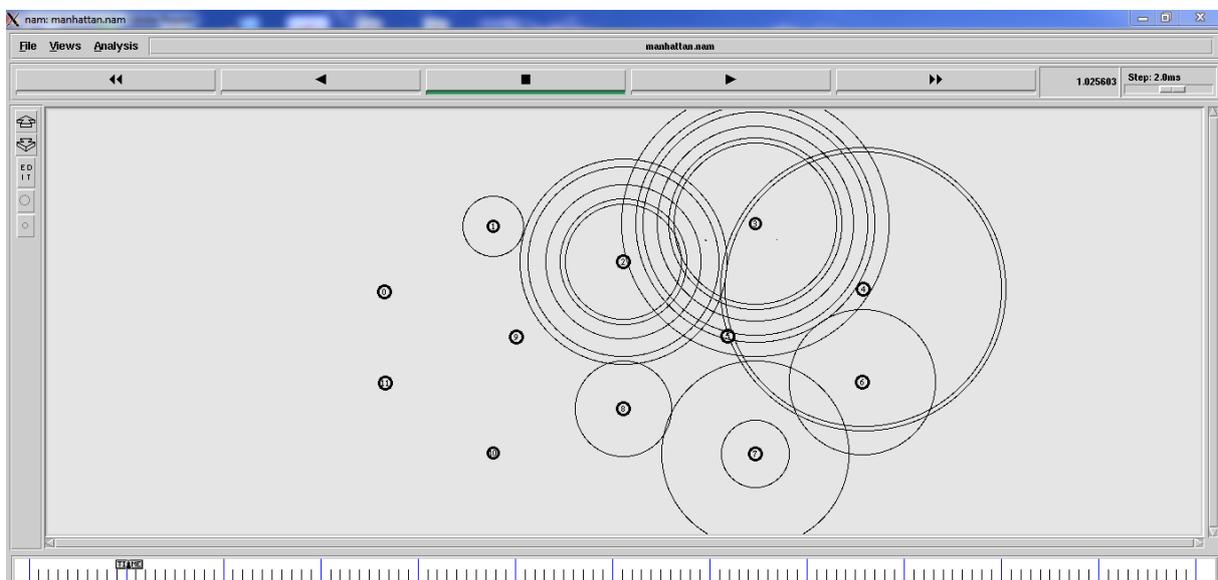


Figure III.9 : résultats de l'exécution de fichier .nam

3.4.2. Modèle freeway

On refait les mêmes étapes avec le modèle de freeway comme illustré dans les figures suivantes :

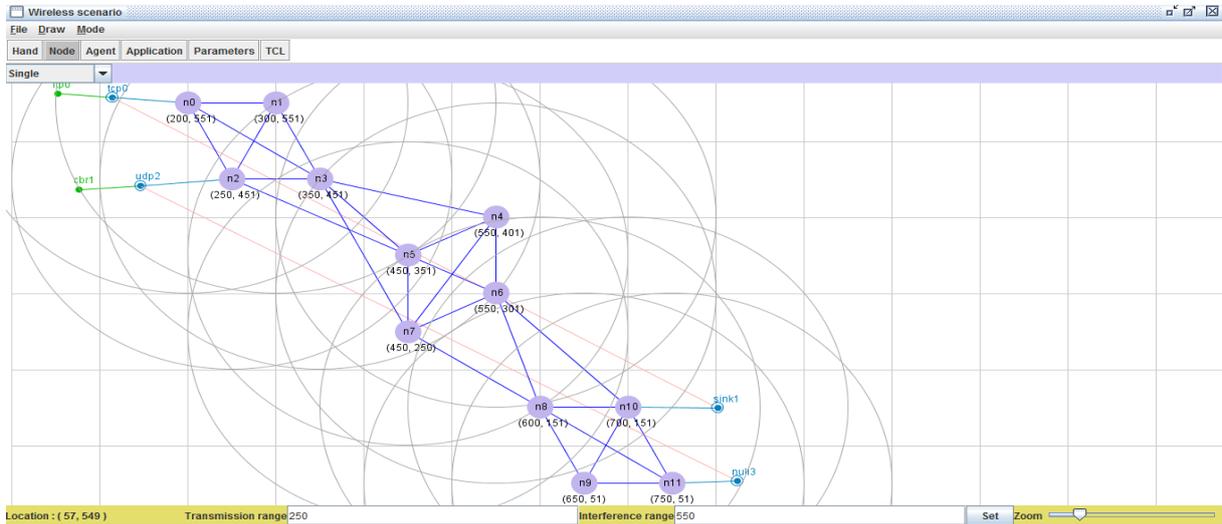


Figure III.10 : création de la topologie de modèle freeway

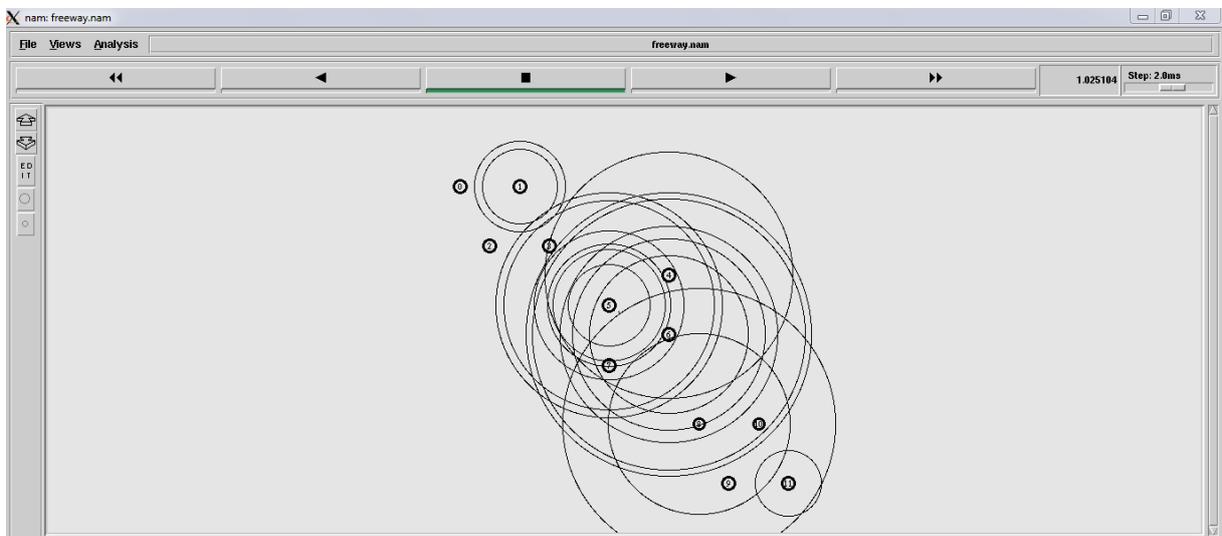


Figure III.11 : Le fichier .nam de la modèle de freeway

3.5 Résultats de simulations :

L'exécution des modèles de mobilité est évaluée sur le simulateur NS2. Nous avons examiné trois paramètres d'évaluation : le débit, délais, taux de livraison des paquets. Les figures : suivantes montrent les performances de ces deux modèles.

3.5.1. Le débit moyen

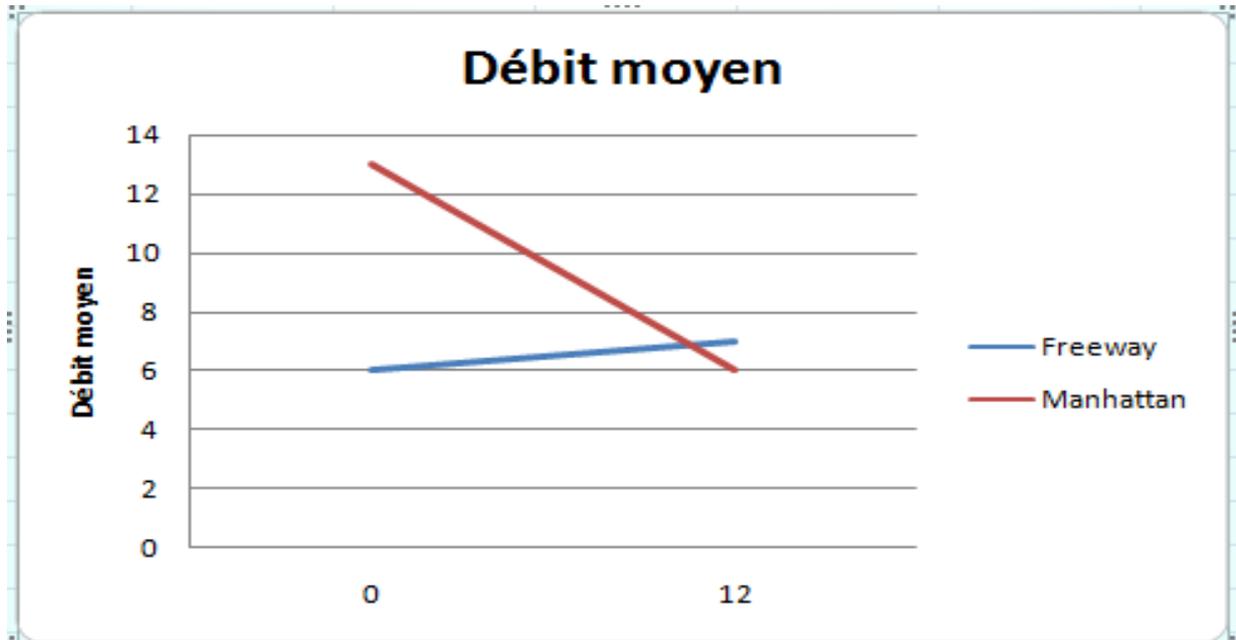


Figure III.12 : Le débit moyen

3.5.2. Le délai de bout en bout

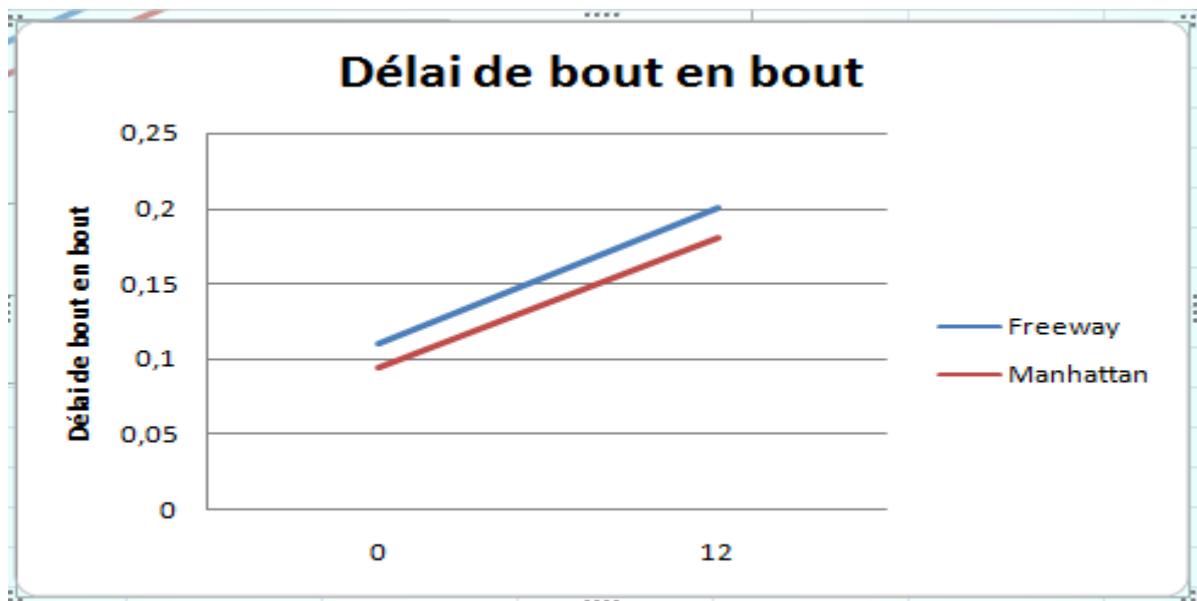


Figure III.13 : Le délai de bout en bout

3.5.3. Taux de livraison des paquets

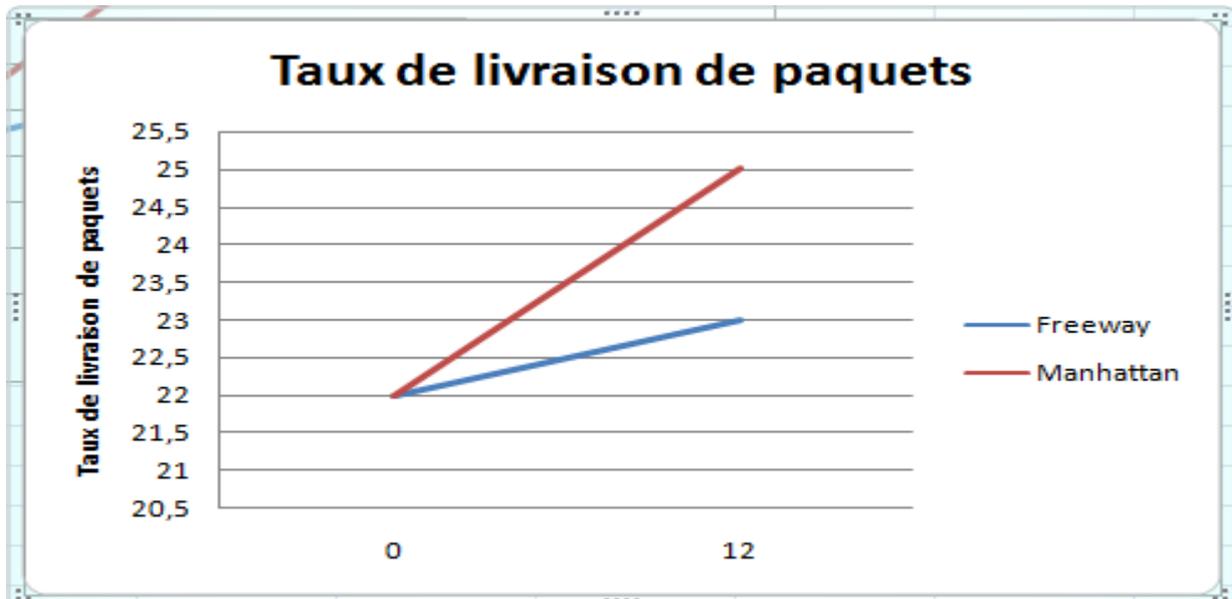


Figure III.14 : Taux de livraison de paquets

3. 6 Discussions des résultats :

Dans la figure 12 qui représente le débit en fonction du nombre de nœuds, on constate que le débit global de freeway est mieux que celui du Manhattan.

À la figure 14, on constate que le taux de livraison de paquets pour Manhattan est plus important que celui du freeway .Donc les résultats obtenus confirment que le taux de paquets délivrés par le modèle Manhattan est plus élevé par rapport au modèle freeway.

Enfin la figure 13, montre les résultats du délai de bout en bout des deux modèles de mobilité simulés. On observe que freeway produit un retard plus important dans la topologie de réseau en comparaison avec le modèle de mobilité Manhattan. Le modèle Manhattan montre la cohérence dans les performances à faible retard. Donc les performances du Manhattan sont meilleures que freeway. En conclusion, on peut affirmer pour les deux topologies de réseaux que le modèle Manhattan est plus performant et plus adéquat que le modèle freeway.

3.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la plate-forme développée sous le simulateur NS2, ainsi que quelques exemples de simulation.

Nous avons commencé à évaluer les deux modèles de mobilité, par le biais d'études de cas et d'interprétation, et à fournir des interfaces utilisateur en parallèle et leurs rôles respectifs.

Finalement, nous avons conclu ce chapitre en comparant ces deux modèles.

Conclusion générale :

VANET est vraiment quelque chose à espérer. De nombreux travaux théoriques ont été menés au sein des réseaux et ces quelques expériences ont été menées pour valider la thèse selon laquelle le coût de la mise en place de cette structure est élevé, mais que des efforts supplémentaires sont à prévoir dans un avenir proche. Sauver des vies en plus du plaisir.

La création d'un réseau de véhicules ad hoc pose de nombreux défis. L'un des défis auxquels sont confrontés les réseaux ad hoc est l'évolution rapide de la topologie du réseau. Les véhicules dans VANET ont un degré de mouvement élevé. La durée moyenne de contact direct entre deux véhicules est d'environ une minute.

De plus, la communication sans fil n'est pas fiable. Le taux d'erreur du réseau sans fil est beaucoup plus élevé que celui du réseau Ethernet. Toutes ces questions rendent difficile la mise en œuvre du réseau. Dans le cadre de ce projet, nous avons réalisé et étudié différents modèles de mobilité VANET. Il est nécessaire de simuler des facteurs réalistes tels que le déplacement du véhicule et la communication sans fil des véhicules, car ils affectent fortement les résultats des évaluations.

Dans ce projet, nous avons adopté une simulation des modèles de mobilité freeway et manhattan avec le simulateur NS-2, nous sommes intéressés à analyser leurs performances en fonction de: le débit moyen, le délai de bout en bout, taux de livraison des paquets.

Les deux modèles de mobilité ont été étudiés, simulés et comparés dans le scénario qui donne une image voir les limites claires. En fait, des comparaisons sont démontrées entre les simulations prouvent que manhattan offre un meilleur taux livraison des paquets et délai bout en bout. Pour le débit le freeway est meilleur. On constate que globalement le manhattan est le meilleur modèles de mobilité convenable pour les réseaux VANET afin de garantir la rapidité et la transmission sure.

Références bibliographiques :

- [1] Vehicular Ad-Hoc Network, Wikipédia-2018.
- [2] Réseau ad hoc, Wikipédia-2019
- [3] Mobile ad hoc networks, Wikipédia-2019.
- [4] Hassen DKHIL, Greedy perimeter stateless routing, Ecol nationale supérieur d'informatique – ingénieur informatique 2009.
- [5] Grégory Gillot, les réseaux véhiculaires (VANET), SlidePlayer.fr Inc, 2019.
- [6] Eduardo E. A. pereira. Elivio J. Leonardo, V2V and V2I communication 2.15, NOV 2018.
- [7] Automative electronics : vehicle-to-vehicle (V2V) comms, waht's the tech available, 08 may 2017.
- [8] KHELLAF HAROUN, Élaboration d'un système coopératif basé sur les réseaux Vanet : application aux accidents de la route, Université BADJI MOKHTAR ANNABA, 2017.
- [9] Mobilité, Wikipédia-2019.
- [10] BOUZEBIBA Hadjer et BOUIZEM Yasmina, Impact des modèles de mobilités sur les performances des protocoles de routage en milieu urbain réaliste dans les réseaux VANET (V2V), Université Abou Bakr Belkaid–Tlemcen, 2014-2015.
- [11] Semaine de la mobilité en wallonie, CENTRE DÉDUCATION POPULAIRE ANDRÉ GENOT, du 16 au 22 septembre 2013.
- [12] Emilie Roussey, Micro-mobilité : des chiffres encourageants, Micro mobilité : Les ventes d'engins de déplacement personnel en 2017, 22 octobre 2018.
- [13] Rémi Werquin et cheick traoré, Macromobilité et micromobilité, option RIO lille1, 2008.
- [14] Zaater hayet et Chaib rima, Etude des modèles de mobilité de véhicules et leur simulation, Université de Guelma 08 MAI 45, Juillet 2011.
- [15] Hamou CHEHRI, Étude et caractérisation d'un canal de propagation pour les réseaux VANET, Université du québecEN abitibi-témiscamingue, Juin 2014.
- [16] Vincent AUTEFAGE, Découvert de services et collaboration au sein d'une flotte hétérogène et hautement dynamique d'objets mobiles communicants autonomes, Université de bordeaux, 26/10/2015.
- [17] Maninder Malra, Model of traffic signal,traffic lights, youtube, 7 juil 2017.
- [18] Comparative Study of Radio Propagation and Mobility Models in Vehicular Adhoc Network, February 2011.

[19] KHAWLA SMIDA, Les performances des protocoles de routage dans les réseaux de capteurs sans fil, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA, 2018.

[20] Anelli & E. Horlait. NS-2: Principes de conception et d'utilisation. Version 1.3.

[21] Tahar Chaouch Amel- Benmoumene Abdellah Mahfoudh- Analyse par simulation des performances d'un réseau de capteurs sans fil (WSN)- Master En Télécommunications- UniversitéDjilali Bounaama Khemis Miliana- 2015/2016.