

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar Thelidji -LAGHOUAT-  
Faculté des sciences  
Département informatique



Pour l'obtention du diplôme de Master en Informatique

**Option :**

Réseaux et systèmes répartis

## Thème

---

**Les services de localisation dans les réseaux  
VANETs**

---

**Présenté par :**

*M<sup>elle</sup> Hamdis Massilia M<sup>elle</sup> Bennaoui Nasra*

**Devant le jury composé de :**

<b>Président :</b>	<i>LAGRAA Nasreddine</i>	Université de Laghouat
<b>Examineur :</b>	<i>ABDELHAFIDI Zohra</i>	Université de Laghouat
<b>Encadreur :</b>	<i>BENKOUIDER Sara</i>	Université de Laghouat

Année universitaire 2019/2020

# Remerciements

*Nous remercions dieux le plus puissant qui nous a donné la force et la volonté pour réaliser ce travail.*

*Un grand merci ira à notre encadreur Benkouider Sara pour avoir accepté de nous encadrer et qui a toujours été à notre écoute et disponible tout au long de notre travail ainsi que pour son aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacré sans elle ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

*Nous tenons à remercier les membres du jury qui ont bien voulu accepter de valoriser ce travail.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements à nos famille : parents, frères, soeurs de nous avoir aidé à surmonter tous les obstacles et à nous forger à travers les difficultés vécues durant toute cette période de travail et qui nous ont toujours supportées moralement et financièrement pendant toutes nos longues années d'étude.*

*A la fin nous tenons à remercier tous nos collègues d'étude, particulièrement notre promotion et pour tous ceux qui ne sont pas cités, qui sont si nombreux, on vous remercie de plus profond de nous - mêmes.*

**Merci à tous**

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*À mes très chers parents*

*Mon très cher père pour sa patience et tous ses efforts, Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venus de toi.*

*À ma mère qui a oeuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils.*

*À mes soeurs : Amina, Nesrine et Yasmine.*

*À mes frères : Aghiles, Abdelghani et Sofiane.*

*À mes chers Neveux : Mehdi et Amir.*

*À mon encadreur Madame BENKOUIDER SARA pour son excellent encadrement et ses conseils judicieux.*

*À mon binôme et chère amie Nousra, je te remercie pour ton amitié Chère à mon coeur et je te souhaite tout le Bonheur du monde.*

*À mes chères amies : Rokaya, Radhia et Massilia*

*À ma chère grand-mère paix à son âme, j'aurai tant aimé que vous Soyiez présente et entendre tes prières qui m'ont toujours encouragé à Avancer, que le bon dieu t'accueille dans son vaste paradis tu me Manques beaucoup Djida.*

*Hamdis Massilia*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*À mon papa chéri, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes ces années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à m'aider et à me protéger.*

*À celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma petite maman chérie que j'aime énormément. Elle seule mérite bien que je la couvre de diamants.*

*À ma très chère tante tu as toujours été présente pour les bons conseils, votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au long de ma vie .*

*À mes chers frères : Imad et Badrou .*

*À mon petit homme : Abdelkader .*

*À mes deux fleurs de bonheur : Mariem , Fatima el zahraa .*

*À mon grand-père qui nous a quitté en silence, j'aurai aimé partager cette joie avec toi, tu me manques énormément, alah yarehmou .*

*À toute ma famille : Bennaoui et Benaida .*

*À mon encadreur Madame BENKOUIDER SARA , merci pour la confiance qui nous a donné, ses précieux conseils, son soutien et ses encouragements .*

*À Rokaya, merci pour ton amour, ton amitié sans faille, ton encouragement sans limite et pour m'avoir fait rire souvent, souviens-toi toujours que personne ne peut te remplacer. Tu étais, es et seras toujours ma meilleure.*

*À Radhia, une partie de moi, un bout de mon âme, un morceau de mon coeur, je te remercie de tolérer chaque jour mes idioties et mes petites folies . Tu as toujours été une amie de grande qualité sur qui compter.*

*À Massilia , mon binôme, ma copine et ma soeur, merci d'avoir partagé ma joie et ma peine durant ces longues années . Tu ne le sais peut être pas, mais sans toi je ne serais pas la personne si ouverte et si libre que je suis aujourd'hui .*

*Et toute personne que je connais et qui sont chers .*

*Bennaoui Nousra*

# Résumé

L'acheminement des messages dans les réseaux ad hoc véhiculaires (VANET) est généralement réalisé via des protocoles de routage géographique. Dans de tels réseaux, la mobilité des véhicules provoque des changements rapides sur la densité des véhicules et les liaisons de communication. Afin d'être plus efficace lors de l'acheminement de ces messages, il faut trouver les positions des noeuds, ceci est réalisé par un service de localisation.

L'objectif principal de notre mémoire est de proposer une amélioration du protocole de service de localisation RLS (Realistic location service) en termes de nombre de véhicules couverts par les RSU ainsi que le taux de réussite de demandes. Pour ce faire nous avons ajouté l'idée de sélection des véhicules  $Max_{ij}$  qui est basée sur des communications véhicule-à-véhicule (V2V) en dehors de la zone des RSUs pour couvrir plus de positions. Afin d'évaluer les performances des deux protocoles, nous avons réalisé une simulation à l'aide de simulateur NS2 (Network Simulator 2). Les résultats obtenus ont prouvé l'efficacité de notre amélioration comparativement à la version originale de RLS.

Mots clés : VANET ; Service de localisation ; RLS ; RSU ; V2V ; NS-2.

# Abstract

Message routing over vehicular ad hoc networks (VANETs) is typically achieved through geographic routing protocols. In such networks, vehicle mobility causes rapid changes in vehicle density and communication links. In order to be more efficient in the routing of these messages, it is necessary to find the positions of the nodes, this is achieved by a location service.

The main objective of our project is to provide an improvement to the RLS (Realistic location service) location service protocol in terms of the number of vehicles covered by the RSUs as well as the success rate of requests. To do this we have added the idea of selecting the vehicles  $Max_{ij}$  which is based on vehicle-to-vehicle communications (V2V) outside the network area of RSU. In order to assess the performance of the two protocols, we used a simulation with a NS2 (Network Simulator 2) simulator. The results obtained proved the effectiveness of our improvement compared to the original version of RLS.

Keywords : VANET ; Location service ; RLS ; RSU ; V2V ; NS-2.

# Table des matières

<b>Table des matières</b>	<b>i</b>
<b>Table des figures</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>iv</b>
<b>Liste des abréviations</b>	<b>v</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>1 Les services de localisation dans les réseaux VANETs</b>	<b>3</b>
1.1 Introduction . . . . .	4
1.2 Réseaux Ad hoc de véhicules . . . . .	4
1.2.1 Définition . . . . .	4
1.2.2 Caractéristiques des réseaux VANETs . . . . .	6
1.2.3 Types d'applications . . . . .	7
1.2.3.1 Applications de sécurité routière . . . . .	7
1.2.3.2 Applications de gestion de trafic . . . . .	7
1.2.3.3 Applications de confort . . . . .	7
1.2.4 Défis liés aux VANETs . . . . .	8
1.2.4.1 Qualité de service . . . . .	8
1.2.4.2 Sécurité des données . . . . .	8
1.2.4.3 Routage . . . . .	8
1.2.4.4 Model de mobilité . . . . .	9
1.2.4.5 Service de localisation . . . . .	9
1.3 Les services de localisation dans les réseaux VANETs . . . . .	9
1.3.1 Définition et architecture . . . . .	9
1.3.2 Propriétés des services de localisation . . . . .	10
1.3.3 Défis liés aux services de localisation . . . . .	11
1.4 Conclusion . . . . .	12

<b>2</b>	<b>Les protocoles des services de localisation dans les VANETs</b>	<b>13</b>
2.1	Introduction . . . . .	14
2.2	Classification des services de localisation . . . . .	14
2.2.1	Structure des serveurs de localisation . . . . .	15
2.2.2	Modèle d'échange de messages . . . . .	16
2.2.3	Architecture du réseau . . . . .	17
2.3	Quelques protocoles des services de localisation dans VANETs	17
2.3.1	VALS (Véhicule-Aided Location Service) . . . . .	17
2.3.2	MG-LSM (Mobile Group based Location Service Management) . . . . .	21
2.3.3	MBLS(Map Based Location Service) . . . . .	22
2.3.4	RLS (Realistic Location Service) . . . . .	25
2.3.5	Tableau comparatif . . . . .	27
2.3.6	Conclusion . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Contribution et simulation</b>	<b>29</b>
3.1	Introduction . . . . .	30
3.2	Environnement de simulation . . . . .	30
3.2.1	Le simulateur NS-2 . . . . .	30
3.2.1.1	Définition . . . . .	30
3.2.2	BonnMotion . . . . .	30
3.3	Contribution . . . . .	31
3.3.1	Principe de l'amélioration . . . . .	32
3.3.2	Les critères de performances . . . . .	36
3.3.3	Paramètres de simulation . . . . .	37
3.3.4	Résultats de simulation et discussion . . . . .	37
3.3.4.1	Scénario 1 . . . . .	37
3.3.4.2	Scénario 2 . . . . .	39
3.4	Conclusion . . . . .	42
	<b>Conclusion générale et perspectives</b>	<b>43</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>45</b>

# Table des figures

1.1	Types de communication dans un réseau VANETs . . . . .	5
1.2	Architecture générale d'un service de localisation . . . . .	10
2.1	Classification des services de localisation . . . . .	15
2.2	Hierarchie des serveurs de localisation . . . . .	19
2.3	Architecture du clustering . . . . .	20
2.4	Exemple des groupes et des régions dans MG-LSM . . . . .	22
2.5	Distribution des waypoints . . . . .	25
2.6	Réseau de communication du système de localisation . . . . .	26
3.1	Présentation de problème de la couverture dans RLS . . . . .	31
3.2	Sélection des $Max_{ij}$ par le RSU . . . . .	32
3.3	Envoi des positions collectées au $Max_{ij+1}$ . . . . .	34
3.4	Envoi des positions collectées par $Max_{ij}$ au RSU . . . . .	35
3.5	Organigramme de l'algorithme proposé . . . . .	36
3.6	Couverture vs nombre de véhicules . . . . .	38
3.7	Taux de réussite vs nombre de véhicules . . . . .	39
3.8	Couverture vs vitesse . . . . .	40
3.9	Taux de réussite vs vitesse . . . . .	41
3.10	Taux de réussite vs nombre de demandes . . . . .	42

# Liste des tableaux

2.1	Format d'une table d'informations . . . . .	27
2.2	Comparaison des services de localisation . . . . .	27
3.1	Paramètres de simulation . . . . .	37

# Liste des abréviations

MANET Mobil Ad-Hoc Network

VANET Vehicular Ad-Hoc Network

GPS Global Positioning System

V2V Véhicule à Véhicule

V2I Vehicular à Infrastructure

RSU Road Side Unit

VALS Véhicule-Aided Location Service

RLS Regional Location Server

MG-LSM Mobile Group based Location Service Management

RH Region Head

GL Group Leader

MBLS Map Based Location Service

GDF Geographical Data File

RLS Realistic Location Service

RLS-A Realistic Location Service Améliorer

NS-2 Network Simulator 2

NS-3 Network Simulator 3

# Introduction générale

## Introduction générale

Aujourd'hui le développement technologique dans le monde a touché tous les domaines, particulièrement le secteur de la communication qui connaît une évolution considérable par l'apparition de la technologie sans-fil.

Les réseaux ad hoc de véhicules (VANETs) intègrent les capacités des réseaux sans fil aux systèmes de transport qui permet une connectivité et un échange d'informations utiles aux utilisateurs mobiles où qu'ils se trouvent. Par conséquent, Les applications des VANETs sont larges avec divers services qui offrent une communication efficace entre les véhicules.

La plupart des services et applications de VANETs ont besoin l'emplacement des noeuds afin d'acheminer les messages entre la source et la destination. Pour transférer ce dernier, les protocoles de routage basés sur la position sont été adaptés à l'environnement VANET. Cette classe de protocoles nécessite au préalable, un service de localisation qui pourrait déterminer l'emplacement d'un identifiant d'une destination donné pour être plus performant et rapide en matière de communication entre les véhicules. En conséquence, la performance d'un protocole de routage géographique dépend principalement des performances du service de localisation.

Un grand nombre de protocoles de service de localisation ont été proposés. Chaque protocole a son principe de sélectionner les serveurs de localisation. Ces protocoles nécessitent des informations sur la position des noeuds, ce qui est possible et moins cher dans les VANETs car la plupart des véhicules sont équipés de GPS (Global Positioning System) afin de trouver sa propre position géographique. Un protocole de service de localisation pour les VANETs devrait assurer une localisation précise des destinations, une faible surcharge de contrôle et un délai de bout en bout minimum.

Dans le cadre de notre projet, nous avons choisis de réaliser une amélioration pour un service de localisation qui s'appelle RLS (Realistic location service) qui est spécifiquement adapté à l'environnement urbain où la mobilité à grande vitesse provoque des changements très rapides des véhicules. L'inconvénient majeur du RLS reste que les véhicules intermédiaires en dehors de la zone des RSU ne sont pas couvert, d'où la non satisfaction des demandes des positions. Notre objectif est d'atteindre une augmentation des véhicules pris en charge par les RSU pour répondre plus aux besoins de tout le réseau.

Ce mémoire est composé de trois chapitres :

Le premier chapitre introduit les services de localisation dans les réseaux VANETs. Au début, nous avons abordé les réseaux VANETs leurs caractéristiques, applications et défis après on a présenté les services de localisation leur définition, propriétés et défis.

Le deuxième chapitre est consacré aux protocoles de services de localisation dans les réseaux VANETs.

Le troisième chapitre présente une amélioration du protocole RLS ainsi que son évaluation sous le simulateur NS2.

Ce travail est terminé par une conclusion générale dans laquelle nous synthétisons le résultat de ce projet de fin d'études ainsi que les références bibliographiques qui nous ont aidés à amener ce travail à une bonne fin.

# Chapitre 1

## Les services de localisation dans les réseaux VANETs

## 1.1 Introduction

Les réseaux Ad hoc de véhicules (VANETs) est une forme de mise en application des réseaux ad hoc mobiles (MANETs). Dans ce genre de réseaux, la mobilité à grande vitesse des véhicules entraîne des changements rapides sur la topologie du réseau aussi la nature des zones urbaines, telles que les intersections et les obstacles représentés par les bâtiments et les mouvements limités de véhicules sur les routes affectent la performance du protocole dans la détermination de l'emplacement des destinations. Pour cela, la nécessité d'un service de localisation est devenue extrêmement importante pour que les protocoles géographiques puissent trouver la position d'un noeud cible en très peu de temps.

Dans ce chapitre, nous présentons les réseaux VANETs en abordant les points les plus importants de ces réseaux ainsi que les services de localisation, leurs propriétés et défis.

## 1.2 Réseaux Ad hoc de véhicules

### 1.2.1 Définition

Les réseaux Ad hoc de véhicule sont une nouvelle application des réseaux Ad hoc mobiles (MANETs) où les noeuds mobiles sont des véhicules intelligents, équipés de matériels à très hautes technologies (Calculateurs, radars, systèmes de géolocalisation (GPS), différents types de capteurs et périphériques réseau) [1].

Les réseaux VANETs permettent la communication véhicule avec tout (V2X) qui est un système de communication véhiculaire qui permettra aux véhicules d'échanger des informations entre eux, avec les infrastructures et les piétons. Les buts principaux du V2X sont d'assurer la sécurité routière, de réduire l'embouteillage et de préserver l'environnement en économisant de l'énergie :

La communication véhiculaire, Vehicle-à-Tout (V2X), comprend les types suivants :

- **V2V (Véhicule-à-Véhicule)** : Connecte directement les véhicules entre eux pour l'alerte rapide (par ex. : une urgence imminente).

- **V2I (Véhicule-à-Infrastructure)** : Connecte directement les véhicules aux infrastructures routières telles que les feux de signalisation, qui peuvent être aussi connectés à un réseau mobile plus vaste.
- **V2N (Véhicule-à-Réseau)** : Connecte les véhicules au réseau mobile pour soutenir des services tels que la transmission multimédia pour les divertissements et la connectivité pour la gestion dynamique d'itinéraires, etc.
- **V2P (Véhicule-à-Piéton)** : Connecte directement les véhicules aux piétons équipés avec des appareils mobiles compatibles pour émettre des alertes sur les dangers potentiels environnants.

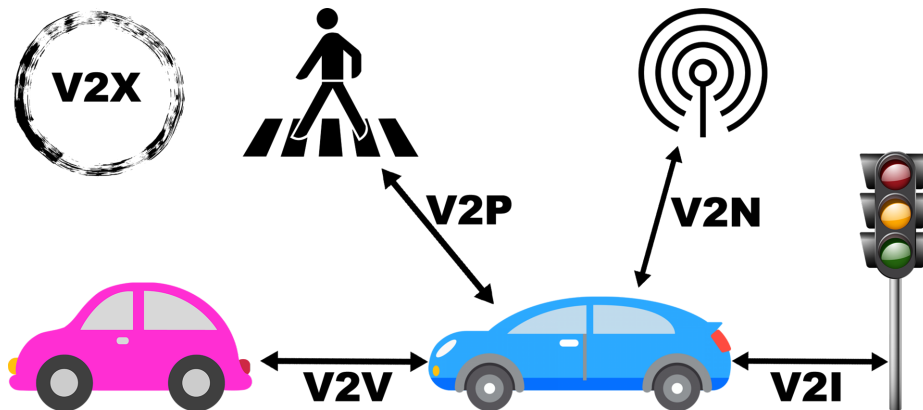


FIGURE 1.1 – Types de communication dans un réseau VANETs

### 1.2.2 Caractéristiques des réseaux VANETs

Les réseaux véhiculaires ont des caractéristiques spécifiques qui les distinguent de réseaux ad hoc mobiles, Ces caractéristiques doivent être prises en compte lors de conception des protocoles. Dans cette partie, nous présentons quelques propriétés et contraintes concernant ce type de réseau.

- **Capacité d'énergie et de stockage** : Parmi les spécificités des réseaux VANETs, la grande capacité d'énergie caractérisant les véhicules qui les détiennent de leurs systèmes d'alimentation [1], les éléments du réseau VANET disposent suffisamment d'énergie qui peut alimenter les différents équipements électroniques d'une voiture intelligente. Donc, les noeuds sont censés d'avoir une grande capacité de traitement et de stockage de données [2].
- **Topologie et connectivité** : Comme les réseaux ad hoc mobiles, Les réseaux VANETs sont caractérisés par une connectivité irrégulière et relativement faible, car un véhicule peut rejoindre ou quitter un groupe de véhicules en un temps très court, ce qui nous mène ainsi à avoir une topologie très dynamique constituée de plusieurs groupes séparés, ceci entraîne une réorganisation de la topologie du réseau [1].
- **Type de transmission** : Généralement les informations communiquées dans un réseau VANET s'orientent sur la diffusion des messages. La diffusion se fait en fonction de la position géographique et le degré d'implication de véhicule dans l'événement déclenché [3].
- **Mobilité** : Plusieurs facteurs peuvent affecter la mobilité dans ces réseaux comme les infrastructures routières, par exemple : route, autoroute, panneaux de signalisation. En outre, la mobilité dans les VANETs est liée directement au comportement des conducteurs et leurs réactions face à des obstacles ou des situations différentes et complexes rencontrées, par exemple : les heures d'embouteillage, les accidents, etc [4].

### 1.2.3 Types d'applications

Les applications des réseaux VANETs peuvent être classées en trois grandes catégories [3] :

#### 1.2.3.1 Applications de sécurité routière

C'est le type le plus important qui vise à améliorer la sécurité des passagers sur les routes en avisant les véhicules de toute situation dangereuse. Ces applications se basent en général sur une diffusion, périodique ou non de messages informatifs permettant aux conducteurs d'avoir une connaissance de l'état de la route et des véhicules voisins.

#### 1.2.3.2 Applications de gestion de trafic

Les applications de gestion de trafic sont basées sur l'amélioration des conditions de circulation. Elles consistent à fournir aux conducteurs des informations leur permettant d'adapter leur parcours à la situation du trafic routier. En visant à équilibrer la circulation des véhicules sur les routes pour une utilisation efficace de la capacité des routes et des carrefours dans le but de réduire les embouteillages, les risques d'accidents, la durée des voyages et la consommation d'énergie.

#### 1.2.3.3 Applications de confort

Leurs objectif est l'amélioration du confort des usagers en rendant les voyages plus agréables , en permettant aux passagers de communiquer soit avec d'autres véhicules ou avec des stations fixes comme les hôtes Internet ou le réseau téléphonique public. Des exemples de ces applications sont : la gestion des parkings, les jeux/discussions distribués, les applications pair-à-pair, etc .

## 1.2.4 Défis liés aux VANETs

Il existe plusieurs défis qui caractérisent les réseaux véhiculaires que l'on peut résumer comme suit :

### 1.2.4.1 Qualité de service

Ce paramètre permet d'évaluer les performances du réseau en termes du temps de transmission, le débit, la gigue et le nombre de paquets perdus lors de la communication. La qualité de service est en relation avec le routage, elle dépend de plusieurs paramètres à prendre en considération à savoir la mobilité des noeuds, les distances séparant les noeuds, la position des noeuds et la congestion dans le réseau. Les métriques varient en fonction des conditions aux quelles le réseau est soumis. Donc un protocole de routage doit être défini à cet effet pour acheminer les informations entre les véhicules constituant le réseau et répondre aux exigences de la qualité de service.

### 1.2.4.2 Sécurité des données

Les services de sécurité se diffèrent en fonction des applications et les objectifs que les protocoles doivent assurer tel que la confidentialité, l'authentification, la cohérence et l'intégrité des données et la disponibilité. Ces éléments sont conçus pour détecter, prévenir ou contrer une attaque de sécurité [5].

La satisfaction de ces contraintes dans des systèmes aussi dynamiques est difficile mais particulièrement importante étant donné que des vies humaines sont concernées [5].

### 1.2.4.3 Routage

Le problème de routage dans les réseaux véhiculaire présente un axe très important pour les chercheurs. Pour assurer l'acheminement des informations entre les véhicules connectés, un protocole de routage doit être établi pour permettre de déterminer la suite de noeuds que les paquets doivent traverser pour un échange d'information entre les entités distantes. Les problèmes auxquels doivent répondre les protocoles de routage sont la connectivité intermittente qui rend les routes déjà établies obsolètes et le partitionnement du réseau qui empêche la propagation des paquets [5].

#### 1.2.4.4 Model de mobilité

La mobilité dans les réseaux VANETs présente le facteur majeur qui diffère ce dernier par rapport aux réseaux MANETs. Plusieurs chercheurs dans le domaine des VANETs s'intéressent à l'étude de l'impact de la mobilité sur les performances des protocoles conçus pour ce type de réseau, et construire plusieurs simulateurs de mobilité qui peuvent aider les protocoles de routage dédiés aux VANETs d'avoir des scénarios proches de la réalité [5].

#### 1.2.4.5 Service de localisation

La position du véhicule est un élément clé des communications VANET. Il est utilisé par les protocoles géographiques et dans plusieurs applications de sécurité. Tout véhicule peut facilement obtenir sa position grâce à un GPS. Cependant, les véhicules ne peuvent pas déterminer les positions restantes des autres véhicules. Ces informations peuvent être fournies par un service de localisation qui maintient à jour la position de tous les véhicules [6].

La difficulté dans un service de localisation réside dans la détermination de la zone géographique et la définition d'un mécanisme de délayage efficace qui réduit la surcharge du réseau pour qu'il soit adapté à toutes les densités [5].

## 1.3 Les services de localisation dans les réseaux VANETs

### 1.3.1 Définition et architecture

Le service de localisation est utilisé dans le réseau ad hoc véhiculaire pour trouver la position d'un noeud avant le début de la communication. Il fournit les informations de localisation d'un noeud spécifique par un mécanisme qui suit l'emplacement des noeuds dans le réseau [7].

La figure 1.2 montre la structure générale d'un protocole de gestion de service de localisation. Le régime se compose essentiellement de trois différentes entités (un service de localisation, un noeud source et un noeud de destination) et deux opérations principales (une requête de localisation et une mise à jour de localisation). Chaque noeud met à jour

le service de localisation responsable de gérer les informations de localisation.

Lorsqu'un noeud a besoin d'envoyer un paquet, il interroge le service de localisation et récupère l'emplacement de la destination. Le service de localisation d'un noeud peut être situé sur le noeud source lui-même ou sur un autre noeud. Lorsque le service de localisation est présent sur le noeud source, la requête est résolue localement par le noeud source, comme c'est le cas pour les méthodes de diffusion des informations de localisation [7].

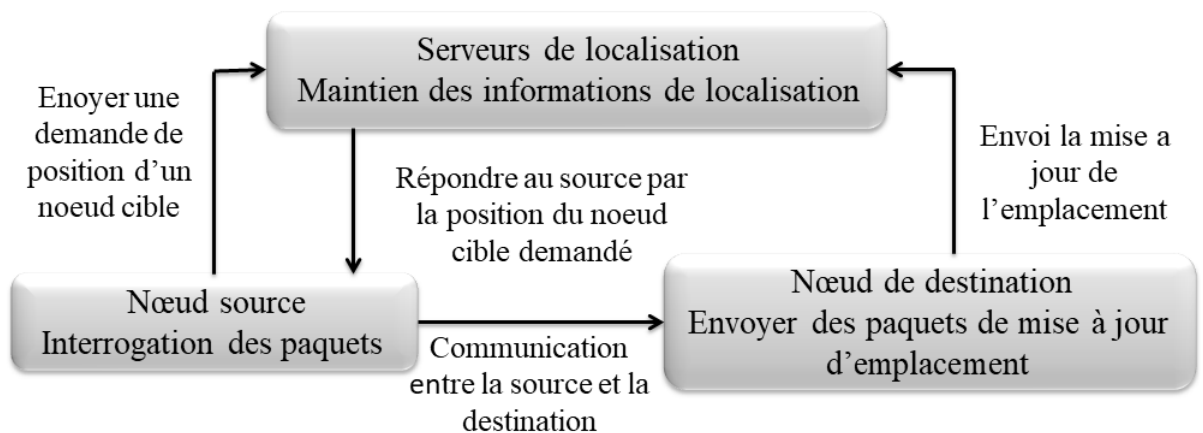


FIGURE 1.2 – Architecture générale d'un service de localisation

### 1.3.2 Propriétés des services de localisation

Un protocole de service de localisation doit présenter les propriétés suivantes [7] :

- **Efficacité** : la surcharge induite par les paquets de contrôle (par exemple, les mises à jour d'emplacement et les requêtes d'emplacement) doit être réduite au minimum.
- **Robustesse** : le service de localisation ne doit pas être perturbé par la mobilité ou la défaillance des noeuds (en particulier pour les serveurs de localisation s'ils sont des noeuds séparés) ou la déconnexion du réseau.

- **L'équilibrage de charge** : le protocole doit appliquer des schémas d'équilibrage du trafic pour éviter les problèmes de goulot d'étranglement.
- **Scalabilité** : le protocole doit conserver toutes les propriétés ci-dessus lorsque le réseau s'adapte à un grand nombre de noeuds.
- **Prise en compte de la localisation** : la distance entre le serveur de localisation et la source de requête ne doit pas être supérieure à la distance entre la source et les noeuds de destination. En d'autres termes, les requêtes de localisation pour une proximité proche ne doivent pas nécessairement se déplacer sur le réseau. Cependant, les avantages de cette fonction reposent sur la présence de modèles locaux de trafic de données.

### 1.3.3 Défis liés aux services de localisation

Les défis de service de localisation peuvent être résumés comme suit [8] :

- La haute vitesse des noeuds de VANET provoque des ruptures de liens très fréquentes. La perte d'une connexion entre une source et une destination induit le déclenchement du processus de découverte de la nouvelle localisation de destination en interrogeant le serveur de localisation une autre fois .
- Le processus de découverte de l'emplacement génère un autre problème représenté dans le contrôle de la surcharge des paquets générée par les requêtes dans un réseau dense. De plus, le succès de la requête qui est l'un des principaux paramètres d'évaluation de la performance des services est affectée par la perte de lien puis dégrade les performances du service de localisation .
- La grande mobilité des noeuds et la sauvegarde des emplacements génèrent l'erreur des positions des noeuds sur les serveurs de localisation. Les problèmes liés aux emplacements inexacts affectent la livraison des paquets à leur destination avec précision en raison de la dépendance totale de la source sur l'emplacement de destination à l'intérieur des

paquets .

- Un autre problème affecte l'efficacité du service de localisation est le délai de découverte de l'emplacement. De nombreux facteurs affectent le délai de découverte de l'emplacement on va citer quelques exemples d'eux :
  - La distance entre l'expéditeur de la requête et le noeud interrogé ou son serveur de localisation.
  - La distance entre les noeuds communiqués qui est représentée par le nombre de sauts a un impact énorme sur le délai de découverte de l'emplacement, où plus que la destination est éloignée, plus que le délai augmente .

## 1.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les réseaux ad hoc de véhicules qui ne sont qu'un sous-groupe des réseaux MANETs. Ainsi, nous avons décrit l'architecture des réseaux VANETs, les principales caractéristiques et leurs défis et on particulier les services de localisation, leurs propriétés et leurs défis.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons les protocoles de services de localisation dans les réseaux Ad hoc de véhicules.

## Chapitre 2

### Les protocoles des services de localisation dans les VANETs

## 2.1 Introduction

Les services de localisation dans les réseaux VANETs fournissent des informations de localisation sur les véhicules telle que l'emplacement actuel, la vitesse, la direction et consistent à partager ces informations aux entités du réseau ou d'autres véhicules. Dans les systèmes de positionnement traditionnels, les informations de localisation ont généralement été prise par un appareil et à l'aide d'un système satellite (c'est-à-dire un récepteur GPS) de sorte que chaque véhicule a seulement sa propre connaissance.

De nombreux protocoles de service de localisation ont été proposés avec différentes stratégies de sélection de l'emplacement des serveurs et le schéma de mise à jour des noeuds associés à leurs serveurs de localisation correspondants. La majorité de ces protocoles ont été conçus pour le réseau mobile ad hoc (MANET) et les environnements de réseaux de capteurs mais lorsqu'ils sont appliqués dans les réseaux VANET dans un environnement urbain, ces protocoles souffrent de certaines limitations et défis.

Dans ce chapitre, nous présentons une classification des services de localisations ainsi que quelques protocoles de services de localisation.

## 2.2 Classification des services de localisation

Les protocoles des services de localisation dans les réseaux VANETs peuvent être classés en 3 catégories qui sont la structure de serveur de localisation, le modèle d'échange de message et la structure du réseau (voir la figure 2.1).

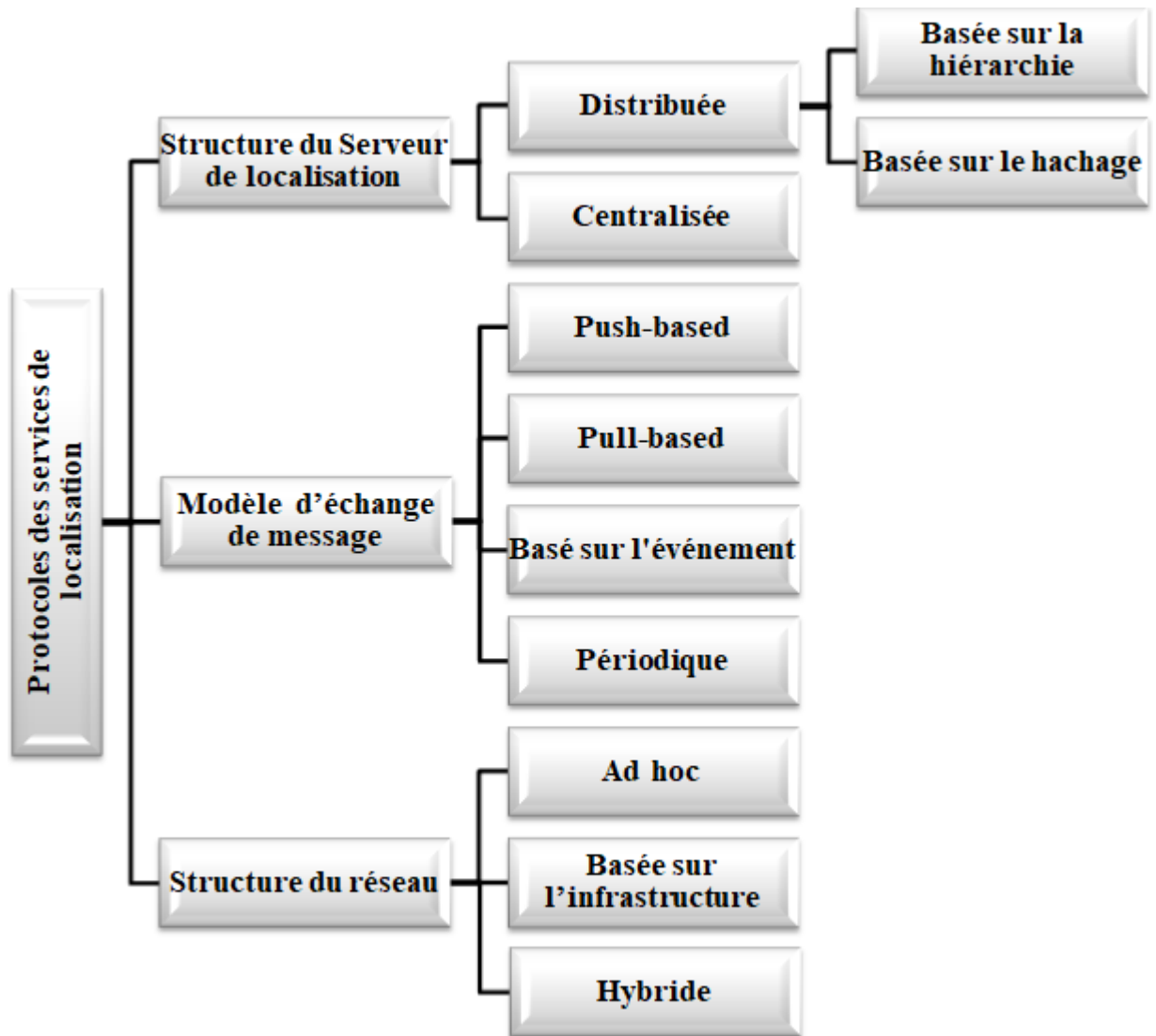


FIGURE 2.1 – Classification des services de localisation

### 2.2.1 Structure des serveurs de localisation

Les serveurs de localisation peuvent être distribués ou centralisés. Dans le cas des serveurs de localisation centralisés, un serveur central conserve toutes les informations de véhicules dans le système. Cette méthode n'est pas adéquate pour les réseaux véhiculaires en raison de la grande échelle des réseaux routiers.

Dans le cas distribué, les serveurs de localisation sont repartitionnés

dans l'ensemble du réseau et chaque serveur de localisation conserve une partie de toutes les informations sur les véhicules. Il existe deux types de structure de données pour les serveurs de localisation distribués : hiérarchique et basée sur le hachage [9].

Dans la structure de données basée sur le hachage, les serveurs de localisation sont choisis via une fonction de hachage. Le hachage est une structure de données importante qui est conçue pour utiliser une fonction spéciale appelée fonction de hachage qui est utilisée pour mapper une valeur donnée avec une clé particulière pour un accès plus rapide aux éléments. L'efficacité du mappage dépend de l'efficacité de la fonction de hachage utilisée. Dans ce cas la fonction de hachage mappe chaque les ID des véhicules sur une zone rectangulaire ou circulaire appelée région d'origine, région virtuelle ou agent d'origine. Chaque véhicule envoie ses informations de position aux serveurs de localisation respectifs dans la région d'origine [9].

Dans la structure de données hiérarchique, la zone du réseau est divisée en une hiérarchie de grilles plus petites (carrés). Pour chaque véhicule, un ou plusieurs serveurs de localisation dans des grilles à chaque niveau de la hiérarchie sont choisis pour conserver et stocker les informations de localisation des véhicules [9].

### 2.2.2 Modèle d'échange de messages

Les modèles d'échange de messages dans les services de localisation sont divisés en [9] :

- **Message push-based** : Dans le système basé sur push-based, les véhicules surveillent en permanence un processus de diffusion à partir du système de service de localisation et récupèrent les données dont ils ont besoin, sans faire de demandes explicites.
- **Message pull-based** : La méthode pull-based est un système client-serveur traditionnel à la demande où les véhicules sources démarrent le transfert de données en envoyant des demandes et le système du service de localisation fait ensuite une réponse pour satisfaire ces demandes.

- **Message basé sur l'événement (event-based)** : Chaque véhicule envoie un paquet de mise à jour pour certaines raisons, par exemple comme quand il tourne à gauche ou à droite.
- **Message périodique** : Dans ce type de message, un véhicule envoie périodiquement son message de mise à jour de localisation au serveur de localisation correspondant.

### 2.2.3 Architecture du réseau

L'architecture du réseau qui représente les types de communication dans le réseau véhiculaire est divisée en 3 catégories : basée sur l'infrastructure, ad hoc et hybride. Dans la structure du réseau basée sur l'infrastructure, il existe des dispositifs d'infrastructure fixes comme les RSU que les véhicules communiquent avec eux, mais dans les réseaux ad hoc, il n'y a pas d'infrastructure préexistante. Dans de tels réseaux, chaque véhicule fonctionne non seulement en tant qu'hôte mais également en tant que routeur et les véhicules participent au routage en transmettant des paquets de données pour d'autres véhicules. La combinaison d'infrastructures et d'ad hoc constitue une structure hybride. Le principal inconvénient des structures ad hoc pour les services de localisation est leur évolutivité limitée dans les réseaux de véhicules très denses avec un grand nombre de demandes de service [9].

## 2.3 Quelques protocoles des services de localisation dans VANETs

De nombreux protocoles de service de localisation ont été proposés pour les réseaux VANETs. La conception d'un protocole de service de localisation pour l'environnement urbain est une tâche difficile et nécessite un ordre de conception pour qu'il fonctionne bien dans une zone dense et dans un environnement à haute mobilité.

### 2.3.1 VALS (Véhicule-Aided Location Service)

VALS [6] est un service de localisation repose sur deux conceptions :

- **Conception hiérarchique des serveurs de localisation :**  
Dans cette conception, le service de localisation déploie un nombre très limité de serveurs de localisation et les divise en deux niveaux d'indirection. Par conséquent, un paquet parcourt un nombre limité de sauts.
- **Conception basée sur des clusters :** VALS sélectionne dynamiquement les cluster-heads qui sont chargés de fournir les serveurs de localisation avec la position actuelle des véhicules.

VALS divise la ville en une hiérarchie à deux niveaux :

- **Niveau 1 :** VALS déploie un RSU (Road Side Unit) à chaque intersection. Les véhicules cluster-heads envoient périodiquement des mises à jour de localisation au RSU le plus proche. Tous les véhicules envoient périodiquement un message pour informer les noeuds à proximité de leur position, direction et vitesse actuelles.
- **Niveau 2 :** VALS déploie un RLS (Regional Location Server) le plus proche du centre de la ville. Les RSU envoient périodiquement leurs tables de localisation au RLS correspondant. RLS est l'entité unique qui contient toutes les informations de localisation des véhicules actuellement en mouvement dans la ville.

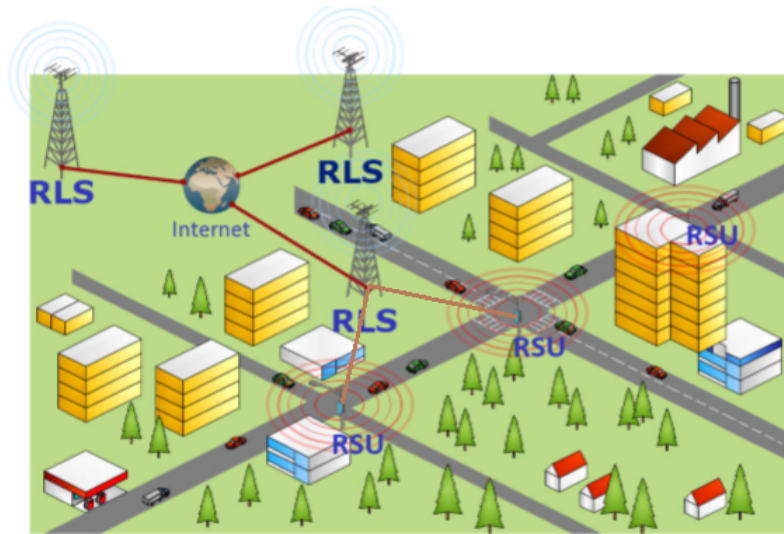


FIGURE 2.2 – Hiérarchie des serveurs de localisation

- **Partitionnement géographique**

Dans ce protocole la route en groupe de taille fixe (voir la figure 2.2). La longueur d'un cluster est prédéfinie et la largeur est fixée à la largeur de la route de la ville. VALS suppose qu'un RSU est placée à chaque intersection. Il définit un segment de route comme la distance entre deux intersections données équipées de RSU.

Selon le plan de la ville un ou plusieurs clusters couvrant le segment de route. Le véhicule le plus proche du centre du cluster est automatiquement sélectionné comme un cluster-head. Il est donc responsable de transmettre le message de mise à jour de localisation à son RSU le plus proche. Pour un segment routier couvrant plusieurs clusters, un cluster-head donnée peut être hors de portée de son RSU correspondante. Le VALS utilise le greedy forwarding pour envoyer un message de mise à jour de l'emplacement.

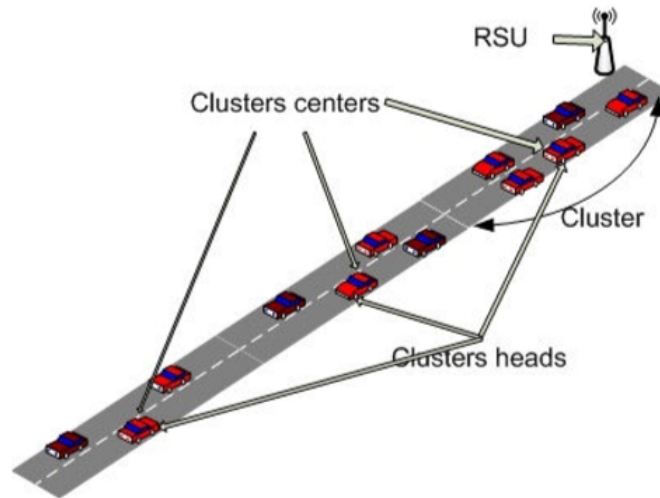


FIGURE 2.3 – Architecture du clustering

- **Sélection du cluster-head**

Le processus de sélection du cluster-head comporte 4 étapes :

1. À chaque intervalle de mise à jour (le délai entre l'envoi de deux mises à jour consécutives d'informations au RSU), chaque véhicule démarre la procédure de mise à jour.
2. Il vérifie s'il s'agit du véhicule le plus proche du centre du cluster auquel il appartient. Il obtient le centre de cluster le plus proche en calculant la distance entre sa position et la position de tous les centres de cluster de la ville enregistrés dans la carte numérique.
3. Ensuite, il calcule la distance entre chaque véhicule dans sa table de localisation et ce centre de cluster le plus proche.
4. Si et seulement si c'est le véhicule le plus proche, il envoie à son RSU le plus proche un message de mise à jour qui contient ses propres informations de localisation ainsi que toutes les informations de localisation de ses voisins enregistrées dans sa table de localisation.

### 2.3.2 MG-LSM (Mobile Group based Location Service Management)

MG-LSM [9] est un service de localisation hiérarchique, distribué et sans infrastructure.

- **Partitionnement géographique**

Le réseau du MG-LSM est divisé en régions (voir la figure 2.4), et chaque région est équipée d'un serveur de localisation fixe, appelé chef de région (RH : Région Head).

Les véhicules de la route qui se déplacent dans la même direction sont organisés de manière dynamique en un groupe. Le véhicule le plus proche au centre du groupe devient le chef de groupe (GL : Group Leader).

Le chef de groupe (GL) collecte et enregistre les informations de localisation des véhicules de son groupe et informe le chef région (RH) sur les modifications de l'appartenance au groupe à chaque fois qu'elles se produisent. Le chef région (RH) conserve les informations rapportées par les GL qui sont placés dans sa région et répond aux requêtes de localisation des véhicules membres de ces GL.

- **Mise à jour de groupe**

Le chef GL de chaque groupe diffuse périodiquement le message GL-Advertisement alors :

- **Pour les véhicules non membres** : Le GL-Advertisement est appliqué pour l'intention de rejoindre le groupe. Les véhicules peuvent connaître les GL disponibles dans leur quartier grâce aux ces messages.

- **Pour les véhicules membres du groupe correspondant** : Le GL-Advertisement est appliqué pour certifier l'existence du GL. Pendant que les véhicules restent dans le groupe, ils envoient périodiquement un message de mise à jour d'emplacement au GL.

Si un véhicule membre n'obtient pas l'annonce GL de son GL actuel un certain nombre de fois, il se rend compte que le groupe n'est plus

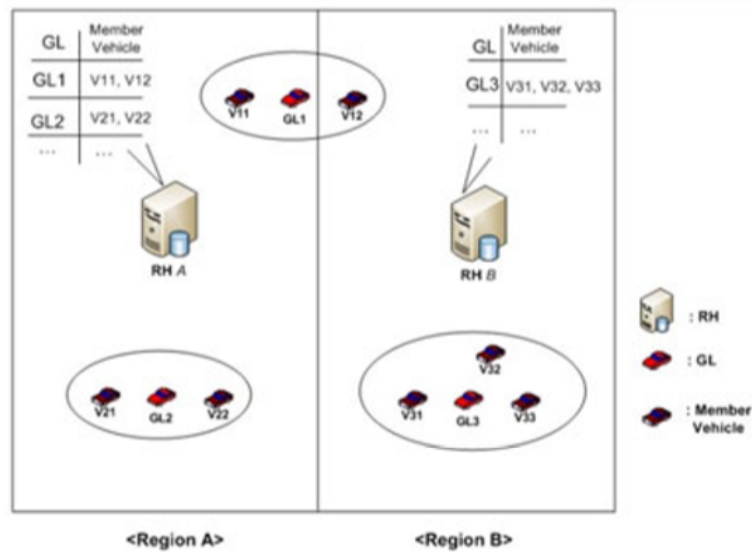


FIGURE 2.4 – Exemple des groupes et des régions dans MG-LSM

disponible, et tente également de rejoindre un autre groupe dans son voisinage, S’il n’en trouve pas, il crée tout seul un nouveau groupe.

- **Mise à jour de l’emplacement**

Le mécanisme de mise à jour au niveau de RH se produit lorsqu’il y a des changements dans l’appartenance des GL au lieu des mises à jour périodiques des RH, par conséquent, la surcharge de gestion d’emplacement du MG-LSM est réduite de cette manière.

D’autre part, étant donné que les changements d’appartenance ont tendance à se produire simultanément aux feux de circulation des intersections, la charge du réseau augmente dans les intersections, ce qui provoque par la suite de fortes collisions de paquets dans le réseau.

### 2.3.3 MBLS(Map Based Location Service)

MBLS [10] est un système de service de localisation hiérarchique, structuré et distribué pour les VANET. Tous les véhicules sont équipés d’un récepteur GPS et utilisent une carte numérique et un GDF (Geographical Data File) pour obtenir des waypoints pour sélectionner le serveur de localisation en mappant l’ID du véhicule avec le waypoint

et pour envoyer la mise à jour de la position tout en parcourant les waypoints le long de son chemin.

Les waypoints sont des sommets, là où les routes se croisent, représentés par des coordonnées géographiques avec un identifiant unique. Les véhicules utilisent également un système de navigation pour déterminer le chemin vers l'emplacement de destination.

- **Partitionnement géographique et modèle hiérarchique**

Dans MBLS, toute la zone géographique est partitionnée de manière hiérarchique. Le carré de niveau le plus élevé est le niveau 3, couvre toute la région. Il est divisé en quatre carrés de niveau 2 inférieurs qui sont divisés en carrés de niveau 1.

Le partitionnement de la zone dans une structure hiérarchique aide à sélectionner le serveur de localisation de manière distribuée.

Après le partitionnement, les serveurs de localisation sont sélectionnés à chaque carré de niveau hiérarchique. Pour effectuer cette opération, le noeud sélectionne un waypoint à partir de son carré de niveau 1 actuel, en mappant son ID unique à n'importe quel waypoint de ce niveau. Le mappage est une opération de module de l'ID de noeud avec des ID de waypoint de frontière à ce niveau.

La structure hiérarchique de la distribution des serveurs de localisation dans le réseau aidera à réduire le délai des requêtes. Lorsqu'un véhicule s'éloigne de la case de niveau  $i$  actuel vers une nouvelle case, il doit sélectionner un nouveau serveur de localisation dans le nouveau niveau et l'ancien serveur de localisation se terminera s'il ne reçoit pas l'enregistrement de mise à jour dans un délai limité.

- **Sélection du serveur de localisation**

Après avoir sélectionné un waypoint au niveau 1, chaque noeud envoie d'abord un message d'information de localisation vers le waypoint situé à ce niveau. Les noeuds présents dans un rayon  $R$  de ce waypoint peuvent être des serveurs de localisation potentiels. Comme le montre la figure 2.6, le noeud ( $n_1$ ) qui est le plus proche du waypoint  $W_i$  deviendra le serveur de localisation. Ceci est possible en utilisant

greedy forwarding dans lequel le paquet est transmis au noeud le plus proche de la position de destination. Lorsqu'un noeud ne peut trouver le noeud le plus proche du waypoint, il enregistre les informations de localisation et devient le serveur de localisation LS-L1.

Après que de serveur de localisation de niveau 1 est selectionné , ce dernier transmettra la mise à jour de l'emplacement au waypoint obtenu pour le carré de niveau 2. Ce processus est répété par le serveur de localisation LS-L2 au niveau 2 pour recruter et mettre à jour le serveur de localisation LS-L3 au niveau 3.

- **Mise à jour de l'emplacement**

Avec la grande mobilité des véhicules, le nombre de mises à jour envoyées augmente ce qui entraine l'augmentation du trafic réseau et la surcharge du protocole. D'autre part, si les mises à jour sont envoyées après une longue interruption, les informations de localisation stockées dans le serveur de localisation deviendront bientôt obsolètes et peuvent conduire à l'échec de la requête. Par conséquent, les mises à jour de localisation envoyées aux serveurs de localisation doivent être équilibrées entre la charge du réseau et la validité des informations. Pour y parvenir, MBLS utilise une nouvelle stratégie utilisant un système de navigation basé sur la carte.

MBLS utilise le GDF de la base de données de cartes numériques du système de navigation pour obtenir un chemin géographique représenté par une séquence de waypoints à parcourir par le véhicule pour atteindre sa destination. Les mises à jour de localisation sont envoyées uniquement lorsque le véhicule traverse un waypoint, où le noeud change de segment. Par conséquent, les informations de localisation sont représentées par RECORD ( $W_i, W_j, S, D, T_s$ ), où  $W_i, W_j$  sont des identifiants de waypoint entre lesquels le véhicule se déplace,  $S$  est la vitesse (m / s) et  $D$  est la direction, ce qui est représenté par l'ID du waypoint et enfin  $T_s$  représente le (s) horodatage (s) lorsque la mise à jour est envoyée.

Pour clarifier le processus de mise à jour dans MBLS (voir la figure 2.5) :

Le véhicule  $D$  se déplace entre les points de cheminement  $W_5$  et  $W_6$  dans la direction est de  $W_7$  à une vitesse égale à 50 m / s. Le

véhicule D transmet un RECORD de mise à jour (W5, W6, 50, W7, 60) à son serveur de localisation au niveau 1 lorsqu'il passe W5 au temps 60 s. Ainsi, D transmettra la prochaine mise à jour uniquement lorsqu'il passera le prochain waypoint (c'est-à-dire W6), où il changera le segment. Après l'obtention d'un message de mise à jour par le serveur de localisation au niveau 1, il transmet alors l'enregistrement au serveur de localisation suivant existant dans le carré de niveau 2. La même manière est suivie par le serveur de localisation au niveau 2 afin que le serveur de localisation présent dans le carré de niveau 3 soit mis à jour.

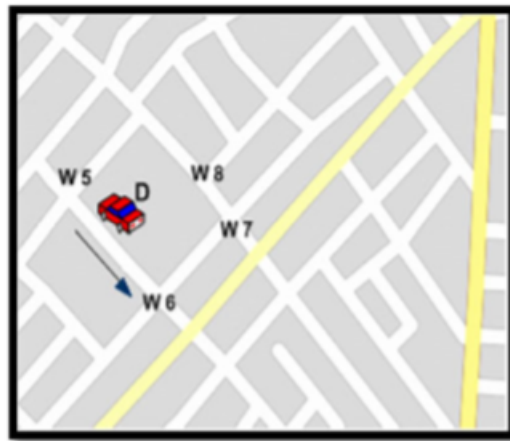


FIGURE 2.5 – Distribution des waypoints

### 2.3.4 RLS (Realistic Location Service)

RLS [11] est un service de localisation basé sur la coopération des RSU fixes (Road Side Units). Chaque RSU est situé sur chaque intersection, et chaque véhicule à une carte numérique statique pour obtenir la position de tous les RSU. En effet, chaque véhicule a également une connaissance de sa position géographique en utilisant son GPS, sa vitesse et sa destination. Cela permet au véhicule de trouver le RSU le plus proche afin de demander un itinéraire vers la destination.

- **Description du système de localisation**

Un système de localisation est un ensemble des RSU distribués et interconnectés via le réseau, comme il est illustré dans la figure 2.6. Chaque RSU joue le rôle d'un serveur de localisation et conserve une partie de toutes les informations sur les véhicules. Ces informations sur les véhicules seront périodiquement partagées avec tous les autres serveurs de localisation. Le rôle d'un serveur de localisation n'est pas seulement la mise à jour des informations du véhicule mais également la participation à la recherche de l'itinéraire pertinent entre deux noeuds.

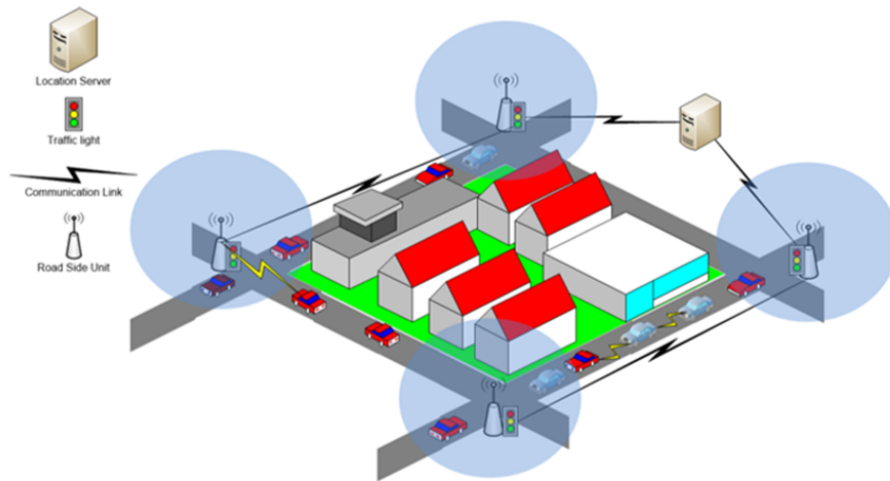


FIGURE 2.6 – Réseau de communication du système de localisation

- **Mise à jour des informations du véhicule**

Chaque véhicule diffuse périodiquement des messages de beacon. Ce processus fournit de nouvelles informations sur le véhicule telles que l'identifiant, la position, la vitesse et la direction. En conséquence, lorsque le véhicule se trouve dans la portée de communication d'un RSU, ce dernier reçoit le message du véhicule et place les informations récentes (véhicule-id, position, vitesse et direction) dans sa table d'informations (voir la table 2.1 ).

En fait, à partir d'une MAP et d'une position de véhicule donné, le serveur de localisation est capable de trouver l'identifiant de route d'un véhicule donné :

Véhicule-id	Position	Vitesse et direction	Temps

TABLE 2.1 – Format d’une table d’informations

• **Mise à jour de la table d’informations**

Chaque RSU joue le rôle d’un serveur de localisation et gère une partie du système d’information sur les véhicules. De plus, chaque serveur de localisation partage sa table d’informations avec tous les autres serveurs de localisation en utilisant communication RSU-RSU via des liaisons filaires. Une fois le paquet de table d’informations reçu par un serveur de localisation, ce dernier mettra à jour sa table d’informations. Si le noeud n’est pas trouvé sur la table du serveur, il sera entré dans le serveur.

**2.3.5 Tableau comparatif**

Dans ce tableau on va présenter une comparaison entre les protocoles de services de localisation qui ont été cité au-dessus par rapport à la classification précédente :

Classification \ Services de localisation	VALS	MG-LSM	MBLS	RLS
Structure des serveurs de localisation				
- <b>Distribuée</b>	✓	✓	✓	✓
- <b>Centralisée</b>	-	-	-	-
Modèle d’échange de messages				
- <b>Push-based</b>	-	✓	-	-
- <b>Pull-based</b>	✓	✓	✓	✓
- <b>Event-based</b>	✓	✓	✓	-
- <b>Périodique</b>	✓	✓	-	✓
Structure du réseau				
- <b>Ad hoc</b>	-	-	✓	-
- <b>Infrastructure</b>	-	✓	-	-
- <b>Hybride</b>	✓	-	-	✓

TABLE 2.2 – Comparaison des services de localisation

### **2.3.6 Conclusion**

Dans ce chapitre on a présenté les services de localisation leur classification ainsi que quelques protocoles de services de localisation qui utilisent les informations de localisation pour déterminer les décisions de routage.

Dans le prochain chapitre, on va proposer une amélioration pour le service de localisation RLS pour couvrir plus de véhicules intermédiaires qui ne sont pas à la portée d'un RSU.

## Chapitre 3

### Contribution et simulation

## 3.1 Introduction

Le service de localisation RLS présenté dans le chapitre précédent est parmi les protocoles qui sont dédiés à l'environnement urbain, L'objectif principal de notre mémoire est l'amélioration de ce service pour qu'il soit plus efficace dans le cas où la distance entre deux RSU est plus grande. Pour ce faire, nous allons évaluer les résultats de notre travail sous le simulateur NS2.

Dans ce chapitre, nous allons présenter notre environnement de travail ainsi que notre contribution et les résultats de simulation obtenus.

## 3.2 Environnement de simulation

Dans cette section, nous présentons les outils logiciels nécessaires pour implémenter et évaluer le protocole RLS et la version améliorée proposée.

### 3.2.1 Le simulateur NS-2

#### 3.2.1.1 Définition

NS2 (Network Simulator 2) est un logiciel de simulation de tout type de réseau informatique développé dans le cadre du projet VINT, il est bâti principalement avec les idées de la conception par objet, avec les objets proposé par ce moteur de simulation on peut représenter des machines, des routeurs, des flux TCP, UDP et sélectionner les politiques et règles régissent des files d'attente mises en oeuvre dans chacun des noeuds [1].

### 3.2.2 BonnMotion

BonnMotion est un logiciel développé en Java qui permet de créer et analyser des scénarios de mobilité. Il est plus utilisé comme outil pour l'étude de caractéristiques des réseaux ad hoc mobiles. Les scénarios peuvent également être exportés pour plusieurs simulateurs de réseau, tels que NS-2, NS-3, COOJA [12].

BonnMotion génère plusieurs types de scénarios parmi lesquels : ColumnMobility, Chain Model, le modèle ManhattanGrid, Random-Waypoint ect Dans notre projet nous avons utilisé le type de scénario ManhattanGrid [12].

- **ManhattanGrid** : Le modèle de mobilité de Manhattan émule la mobilité dans le secteur de ville avec les grilles reliées.

### 3.3 Contribution

Après l'étude du protocole de service de localisation RLS, nous avons remarqué qu'il y a certains véhicules qui ne sont pas couverts en dehors de la portée des RSU comme nous montre la figure suivante :

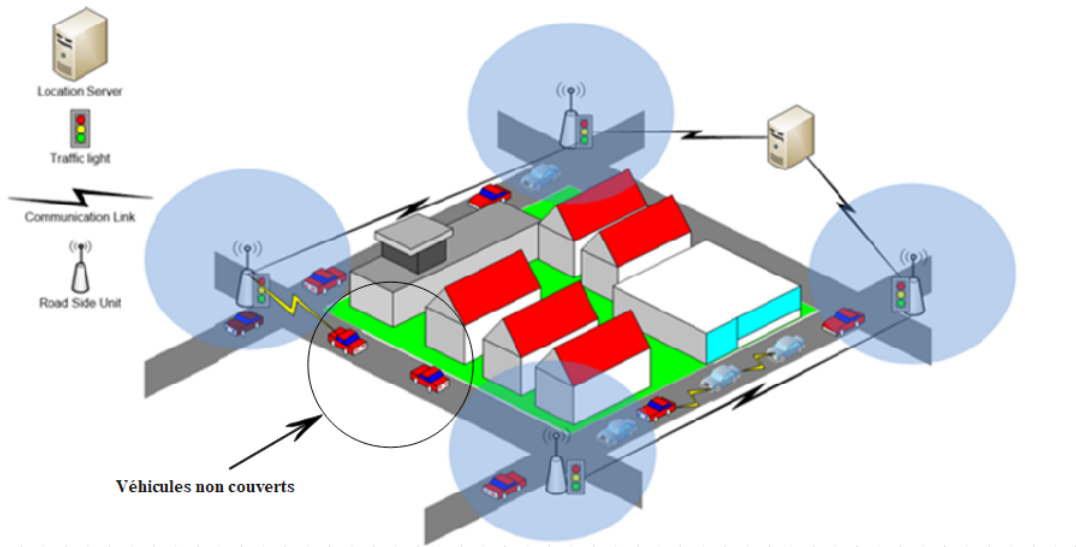


FIGURE 3.1 – Présentation de problème de la couverture dans RLS

La solution que nous proposons consiste à régler ce problème pour que les serveurs de localisation couvrent plus de véhicules et donc répondre aux demandes de position des véhicules.

### 3.3.1 Principe de l'amélioration

Le principe de notre amélioration se base sur la division de chaque route sur deux pour que chaque RSU prend la responsabilité de couvrir la moitié.

Notre idée commence par les RSU, chaque RSU doit trouver les quatre véhicules  $Max_{ij}$  (voir la figure 3.2) qui sont à l'extrémité de sa portée dans les quatre directions ( $Max_G$  pour la gauche,  $Max_D$  pour la droite,  $Max_H$  pour le haut,  $Max_B$  pour le bas), après ça il demande de chaque  $Max_{i1}$  de couvrir les véhicules qui sont à sa portée, chaque  $Max_{i1}$  demande la même chose au véhicule  $Max_{i2}$  qui est aussi à son extrémité dans la même direction et ainsi de suite jusqu'à ce que nous atteignons la moitié de la route (par exemple dans la droite on a :  $(Max_{D1}, Max_{D2}, Max_{D3})$ ).

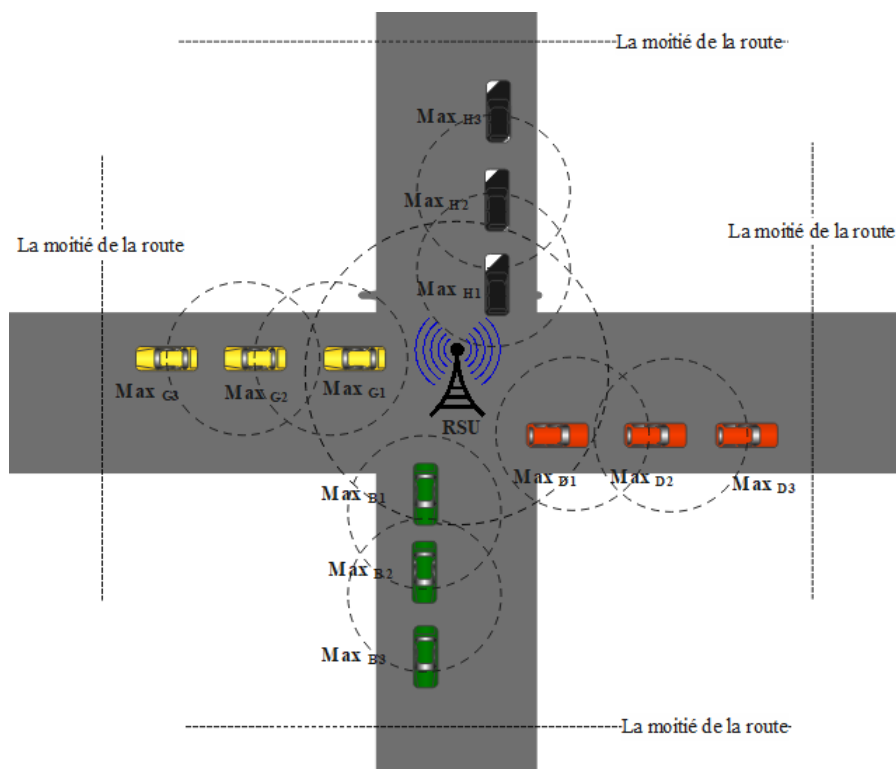


FIGURE 3.2 – Sélection des  $Max_{ij}$  par le RSU

Le processus de la sélection du  $Max_{ij}$  comporte 4 étapes :

- **Etape 1** : Chaque RSU envoie un broadcast pour demander les positions des véhicules. Les véhicules qui sont trouvés dans sa portée répondent par un message contient : ID, position, adresse IP, temps. Ce RSU stocke les informations reçues et il calcule le  $Max_{i1}$  dans les 4 directions ( $Max_{G1}$  ,  $Max_{D1}$  ,  $Max_{H1}$  ,  $Max_{B1}$ ).

Dans cette étape le RSU lance 2 timers :

- TimerForRsu-tableUpdate : est un timer pour faire la mise à jour de la table du RSU.
- TimerForRsu-maxSelect : est un timer pour sélectionner le max par le RSU.

- **Etape 2** : Quand le RSU choisit les 4  $Max_{i1}$  , il leur envoie la distance (égale la moitié de la route) qu'il veut couvert dans les 4 directions.

- **Etape 3** : Quand le  $Max_{ij}$  reçoit le paquet qui contient la distance à couvrir, il va faire le même travail que le RSU c'est à dire il envoie un broadcast pour demander les positions des véhicules qui sont à sa portée et sélectionne le prochain  $Max_{ij+1}$  pour appliquer le même principe et ainsi de suite. Chaque  $Max_{ij}$  envoie les positions collectées dans sa portée au  $Max_{ij+1}$  (voir la figure 3.3). Dans cette étape le  $Max_{ij}$  lance un timer qui s'appelle TimerForMOB-maxSelect qui est un timer pour sélectionner le Max par les véhicules.

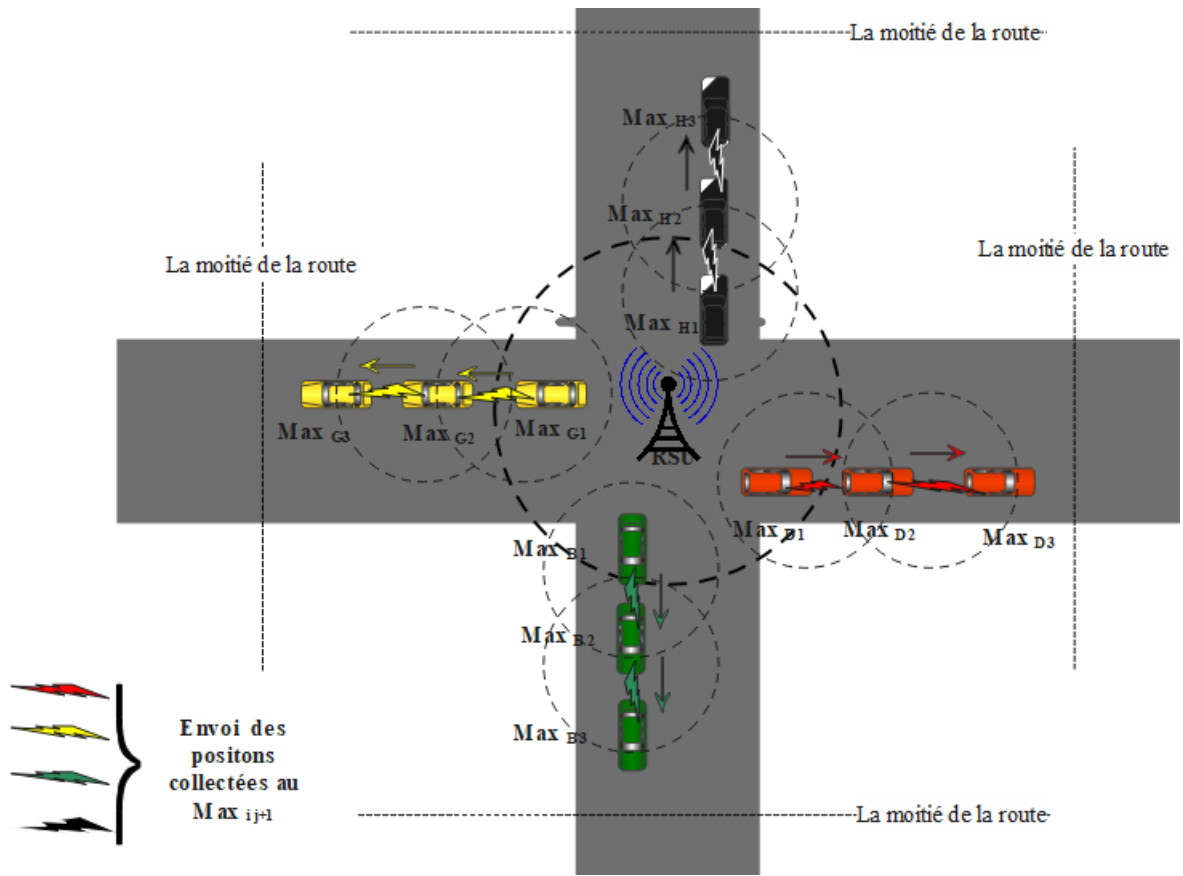


FIGURE 3.3 – Envoi des positions collectées au  $Max_{ij+1}$

- **Etape 4** Le  $Max_{ij}$  choisit vérifie toujours la distance restante, s'il trouve qu'il atteindra la moitié de la route, il envoie les informations collectées au RSU correspond (voir la Figure 3.4).

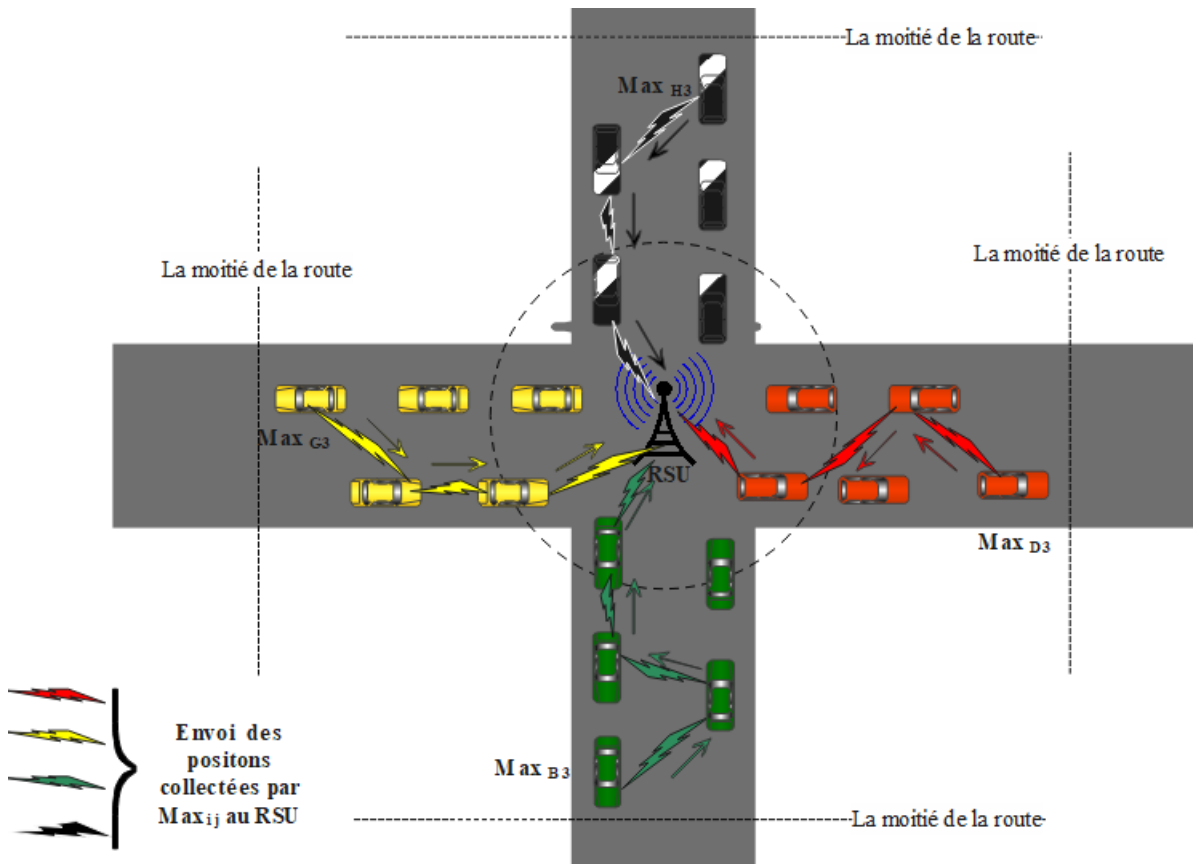


FIGURE 3.4 – Envoi des positions collectées par  $Max_{ij}$  au RSU

L'organigramme suivant résume les différentes étapes de notre proposition :

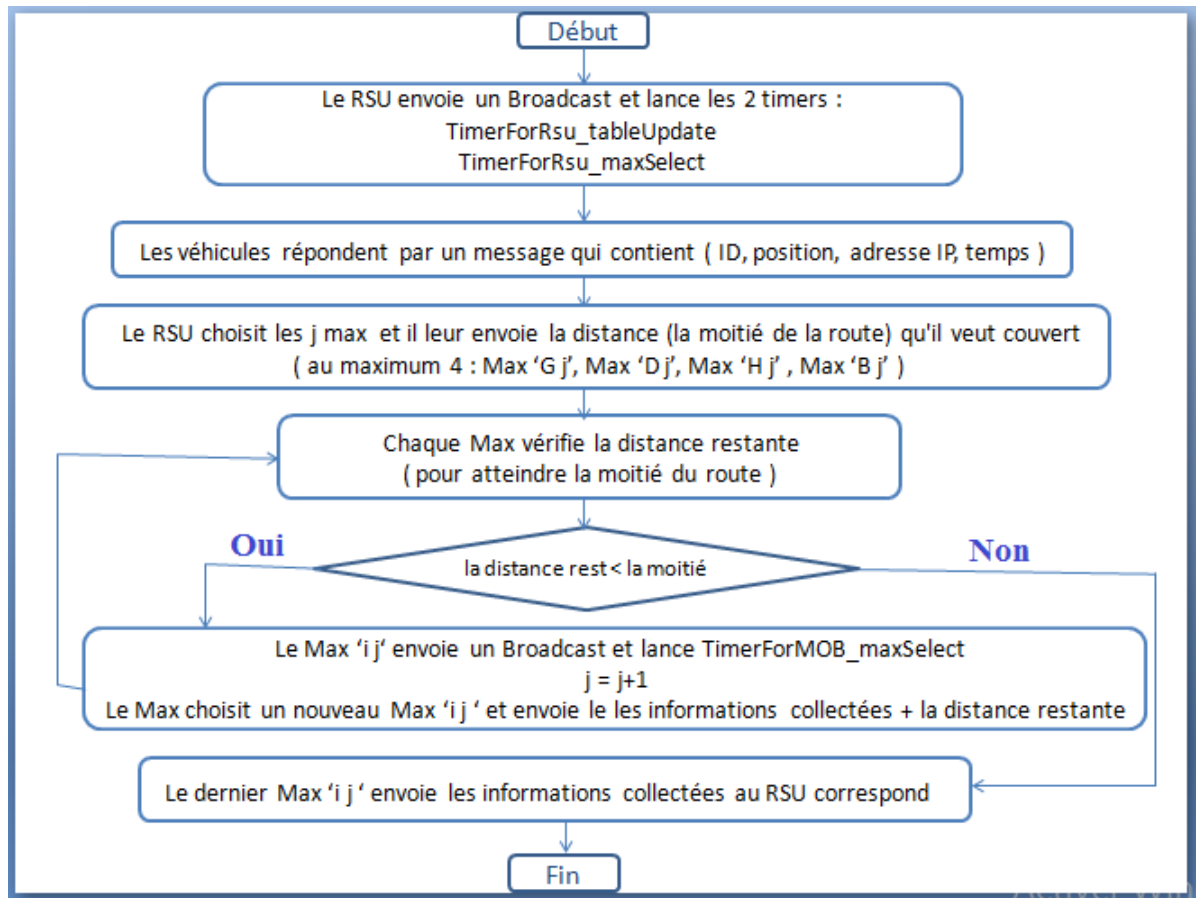


FIGURE 3.5 – Organigramme de l’algorithme proposé

Après la réception des informations collectées par les  $Max_{ij}$ , le RSU stocke ces informations dans une table, cette table est accessible par tous les RSU (les entrées de cette table sont les véhicules couverts).

Quand un véhicule demande la position d’un autre véhicule, il envoie la demande au RSU le plus proche, ce RSU consulte la table commune pour répondre à la demande reçue.

### 3.3.2 Les critères de performances

- **La couverture** : C’est le rapport entre le nombre de position des noeuds couverts et le nombre total de véhicules.

- **Le taux de réussite** : C'est le rapport entre le nombre des réponses des RSUs et le nombre de demandes total.

### 3.3.3 Paramètres de simulation

Paramètres	Valeur
Durée de simulation	100 secondes
Protocole MAC	802.11p
Topologie du réseau	6000x6000 m <sup>2</sup>
Portée de transmission	250 mètres
Modèle de mobilité	Manhattan
Protocole de routage	DSDV
Capacité de canal	2Mbps
Nombre de routes	24
Nombre d'intersections	16
Nombre de véhicules	60-300
Vitesse du véhicule	30-80 Km/h
Taille du paquet	128 bytes

TABLE 3.1 – Paramètres de simulation

### 3.3.4 Résultats de simulation et discussion

Dans cette partie, nous présentons les résultats de simulation obtenus à partir de deux scénarios différents et nous discutons les performances des deux protocoles.

#### 3.3.4.1 Scénario 1

Dans ce scénario, nous avons fixé la vitesse moyenne à 60 km/h et on a varié le nombre de noeuds de 60 jusqu'à 300 noeuds et le nombre de demandes de 10 à 70 demandes.

#### 1. La couverture

La figure 3.10 illustre la couverture en fonction de la densité des noeuds. D'après les deux courbes de la figure 3.10 il est clair que le taux de

succès de RLS-A est meilleur par rapport à RLS original, cela peut s'expliquer par le fait que le RLS-A utilise l'idée des véhicules Max qui fournit une couverture pour toute la route contrairement au RLS où le RSU couvre juste sa portée.

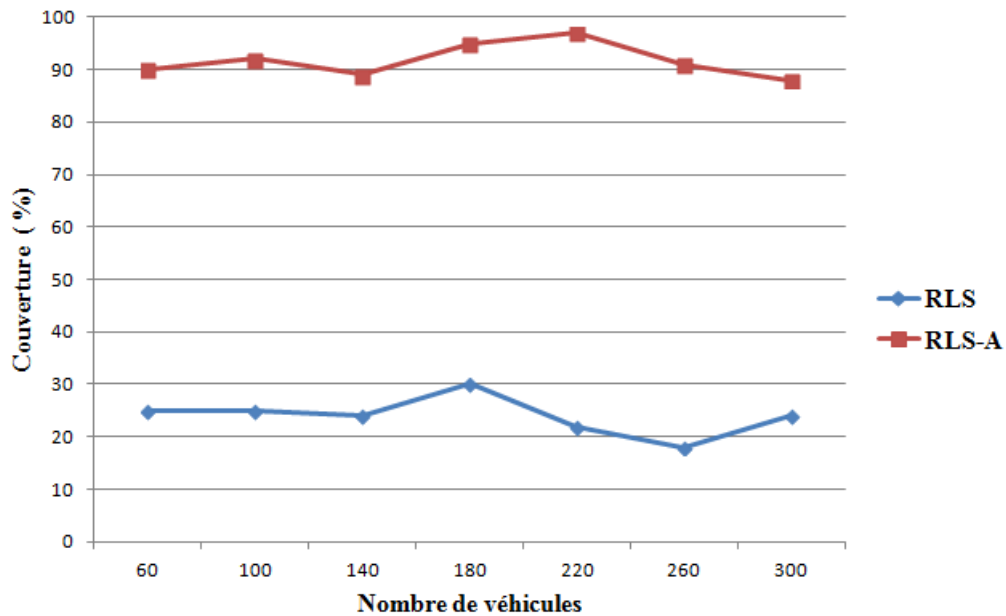


FIGURE 3.6 – Couverture vs nombre de véhicules

## 2. Le taux de réussite

La figure 3.11 présente le taux de réussite en fonction de nombre de véhicules. Lors de l'évaluation de RLS et RLS-A, on remarque que le taux de réussite de protocole RLS-A est meilleur par rapport au taux de réussite de RLS. Ceci est dû à la couverture élevée qui a été montrée précédemment, car plus la couverture augmente plus que les RSUs aura des positions des véhicules et donc répondre aux plus de demandes.

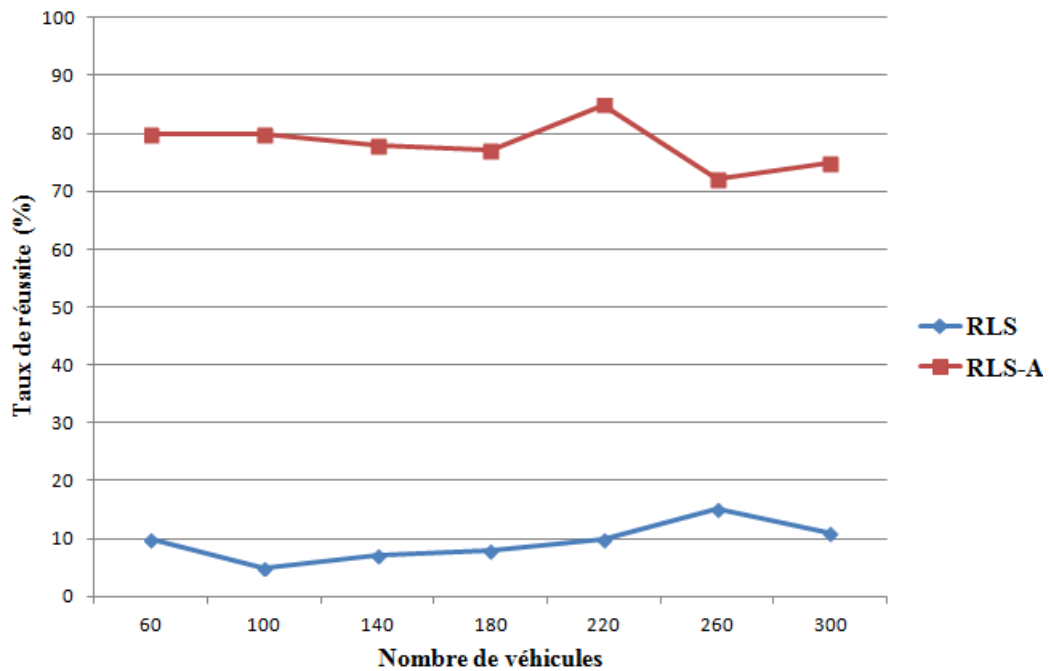


FIGURE 3.7 – Taux de réussite vs nombre de véhicules

### 3.3.4.2 Scénario 2

Dans ce scénario, nous avons évalué la couverture des véhicules ainsi que le taux de réussite dans un réseau contenant 150 noeuds :

- Avec un intervalle de vitesse de 30 jusqu'à 80km/h et un nombre de demande fixe 60.
- Avec un intervalle de demandes de 10 jusqu'à 60 et une vitesse fixe 60km/h.

#### 1. La couverture

D'après la figure 3.12, on remarque que la couverture diminue pour les deux protocoles quand la vitesse augmente. On remarque aussi que la couverture de RLS-A est meilleure par rapport au RLS car dans le RLS plus la vitesse augmente plus le véhicule sort de la portée du RSU rapidement et plus le problème de couverture sera apparu clairement.

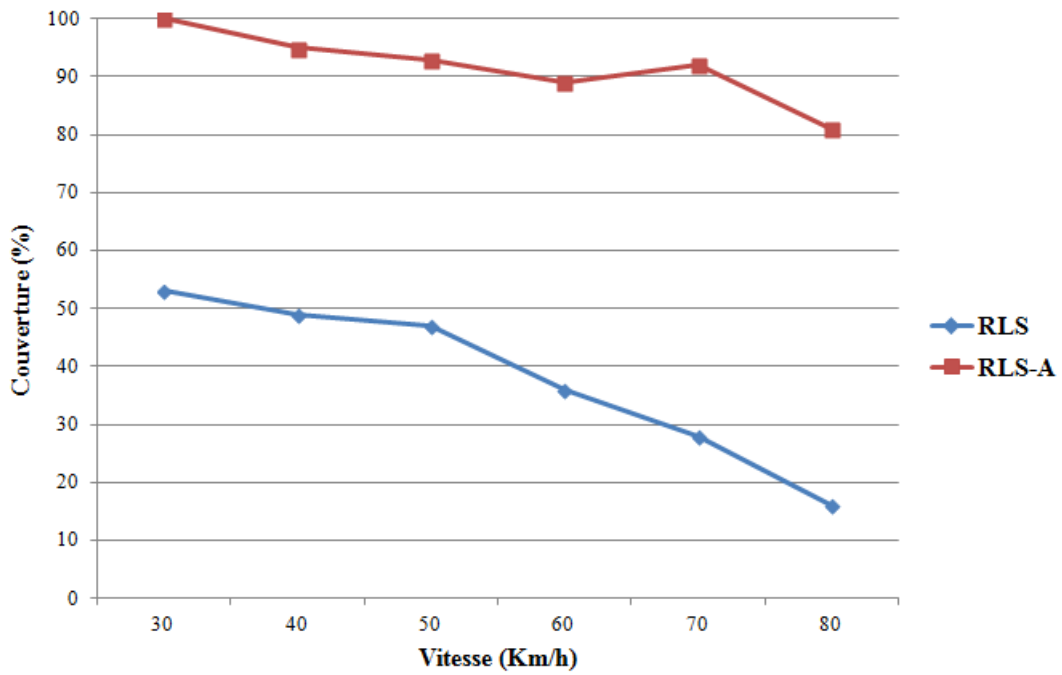


FIGURE 3.8 – Couverture vs vitesse

## 2. Le taux de réussite

D'après les graphes schématisés dans la figure 3.13, on remarque que pour les deux courbes le taux de réussite diminue tout en augmentant la vitesse. On observe aussi que le taux de réussite de RLS-A dépasse toujours celui de protocole RLS. Cela peut s'expliquer par le changement de vitesse qui provoque une forte mobilité et donc rendre les RSUs moins capable de répondre aux demandes.

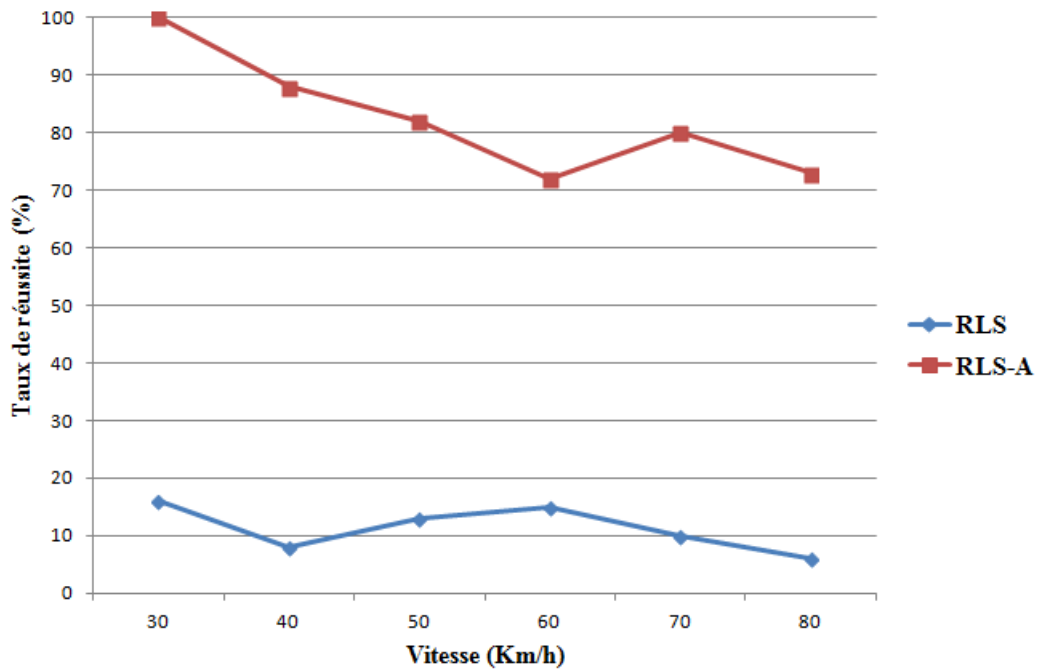


FIGURE 3.9 – Taux de réussite vs vitesse

La figure ci-dessous présente le taux de réussite en fonction de nombre de demandes. La version proposée RLS-A montre un taux élevé par rapport a celui de la version originale RLS où RLS-A peut atteindre jusqu'à 84% avec un nombre de demandes égale à 50, par contre RLS atteint seulement 60% avec 10 demandes.

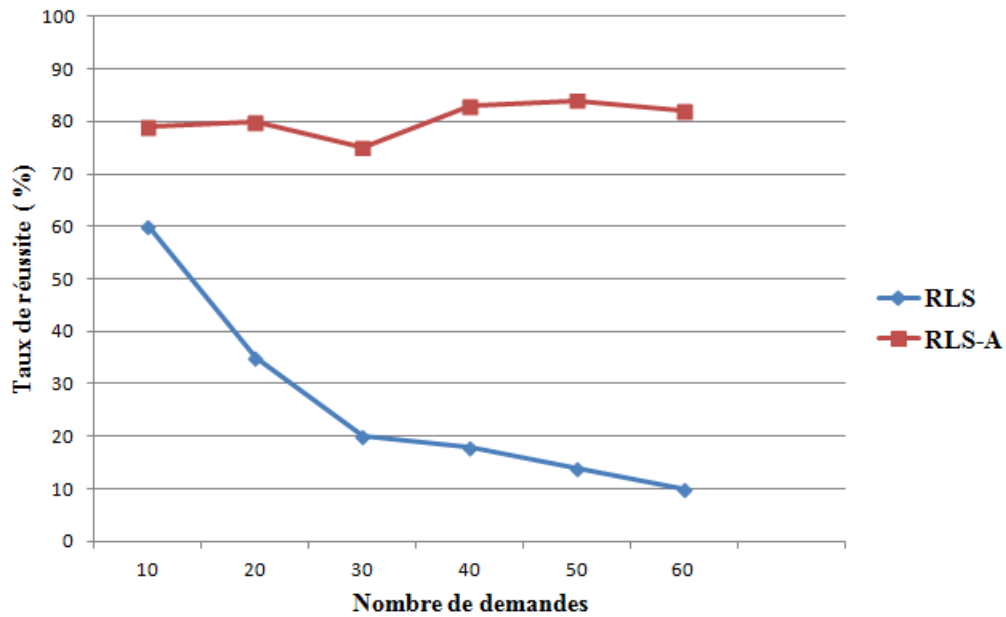


FIGURE 3.10 – Taux de réussite vs nombre de demandes

### 3.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons proposé une amélioration de protocole de service de localisation RLS où nous avons ajouté l'idée de sélection des véhicules  $\text{Max}(Max_{D_j}, Max_{G_j}, Max_{H_j}, Max_{B_j})$  pour améliorer la couverture ainsi que le taux de réussite. Les résultats obtenus montrent l'efficacité de RLS-A par rapport au RLS original en termes de couverture des véhicules et de taux de réussite.

# Conclusion générale et perspectives

## Conclusion générale et perspectives

Les réseaux ad hoc de véhicules constituent un nouveau type de réseaux ad hoc mobiles (MANET). Leur particularité provient des communications qui peuvent s'instaurer entre véhicules ou bien avec une infrastructure de stations de base. La mobilité est également largement plus contrainte que dans les réseaux ad hoc traditionnels.

Les protocoles de routage géographique dans les réseaux VANETs, ont montré qu'ils sont plus adaptés aux réseaux très dynamiques et mobiles. Dans ces réseaux, la mobilité à grande vitesse des véhicules entraîne des changements rapides de densité des véhicules ainsi que les liaisons de communication qui se font en durée limitée. Par conséquent, le besoin du service de localisation est devenu extrêmement important pour pouvoir trouver la position d'un nœud cible dans un temps très court. À l'aide des services de localisation, les informations peuvent être distribuées et partagées entre les véhicules.

Dans notre projet de fin d'étude, nous avons proposé une amélioration de protocole de service de localisation RLS de telle sorte qu'on améliore la couverture des véhicules ainsi que le taux de réussite. Pour atteindre ce but nous avons ajouté l'idée de sélection des véhicules  $Max (Max_{D_j}, Max_{G_j}, Max_{H_j}, Max_{B_j})$  qui peuvent trouver les positions des véhicules qui sont en dehors de la zone de couverture des RSU.

Afin d'évaluer les performances de notre amélioration, nous avons utilisé le simulateur NS2, qui nous a permis de présenter les résultats de la simulation sur des graphes dans deux scénarios différents.

Les résultats de simulation montrent l'efficacité de notre proposition en termes de couverture et de taux de réussite.

En guise de perspectives, nous espérons de perfectionner nos simulations en considérant d'autres métriques comme le taux de livraison de paquets et le délai de bout en bout.

# Bibliographie

[1] Kahina Moghraoui. *Gestion de l'anonymat des communications dans les réseaux véhiculaires ad hoc sans fil(VANETs)*. PhD thesis, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC, Juillet 2015.

[2] S.Atmaoui,O.Amir. *Contrôle de congestion dans les réseaux VANETs*. PhD thesis, Université A Mira de Béjaïa, Juin 2017.

[3] H.DEFLAOUI, S.DJEBBARI. *Implémentation d'une nouvelle approche pour la révocation des certificats dans les VANET*. PhD thesis, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa, 2016.

[4] H.Zaater, R.Chaib. *Etude des modèles de mobilité de véhicules et leur simulation*. PhD thesis, Université de Guelma, Juillet 2011.

[5] N.Meramria, F.Gattal. *Evaluation des protocoles de routage géographiques dans les réseaux VANETs*. PhD thesis, Université de Larbi Tébessi Tébessa, 2017.

[6] R.Aissaoui, A.Dhraief, A.Belghithk, H.Menouar, F.Filali, H.Mathkourk. Vehicle-aided location service in urban environment. *In IEEE Wireless Communications and Networking Conference*, pages 1-6, Avril 2016.

[7] P.Muhlethaler, E.Renault, S.Boumerdassi. Design and evaluation of flooding based location service in vehicular ad hoc networks. *Sensors*, pages 1-18, 2020.

[8] Salim M, Zaki and M, A. Ngadi, A.Shukor. A reliable location service protocol for vehicular ad hoc networks environment. *International Conference on Intelligent Network and Computing*, pages86-90,2010.

[9] E.Heidari, A.Gladisch, B.Moshiri, D.Tavangarian. Survey on location information services for vehicular communication networks. *Wireless Networks*, pages 1-22, Juillet 2013.

[10] M.Boussedjra, P.Bangera, J.Mouzna, M.Pai M M. Map-based location service for vanet. *Ultra Modern Telecommunications Workshops, 2009. ICUMT '09. International conference on*, pages 1-7, Novembre 2009.

[11] N.Tawfiq, M.Lehsaini, H.Fouchal, M.Ayaida. An urban location service for vehicular area networks. *Concurrency and Computation Practice and Experience*, pages 1-15, May 2018.

[12] A.Saidi , W.Mamem. *Amélioration des performances du protocole de routage EGyTAR dans les réseaux VANETs*. PhD thesis, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, Juin 2015.

## Annexe : Fichier TCL

```

#=====
#      Simulation parameters setup
#=====
set val(chan) Channel/WirelessChannel      ;# channel type
set val(prop) Propagation/TwoRayGround    ;# radio-propagation model
set val(netif) Phy/WirelessPhy           ;# network interface type
set val(mac) Mac/802_11                   ;# MAC type
set val(ifq) Queue/DropTail/PriQueue     ;# interface queue type
set val(ll) LL                             ;# link layer type
set val(ant) Antenna/OmniAntenna         ;# antenna model
set val(ifqlen) 512                        ;# max packet in ifq
set val(nn) 316                            ;# number of mobilenodes
set val(rp) DSDV                          ;# routing protocol
set val(x) 84340                          ;# X dimension of topography
set val(y) 84320                          ;# Y dimension of topography
set val(stop) 100.0                       ;# time of simulation end

#=====
#      Initialization
#=====
#Create a $ns_simulator
set ns_ [new Simulator]

#Setup topography object
set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $val(x) $val(y)
create-god $val(nn)
#Open the $ns_trace file
set tracefile [open out.tr w]
$ns trace-all $tracefile

```

```

#Open the NAM trace file
set namfile [open out.nam w]
$ns_ namtrace-all $namfile
$ns_ namtrace-all-wireless $namfile $val(x) $val(y)
$ns_ use-newtrace
set chan [new $val(chan)];#Create wireless channel

#=====
#      Mobile node parameter setup
#=====
$ns_ node-config -adhocRouting $val(rp) \
                -llType      $val(ll) \
                -macType     $val(mac) \
                -ifqType     $val(ifq) \
                -ifqLen     $val(ifqlen) \
                -antType     $val(ant) \
                -propType    $val(prop) \
                -phyType     $val(netif) \
                -channel     $chan \
                -topoInstance $topo \
                -agentTrace  ON \
                -routerTrace ON \
                -macTrace   ON \
                -movementTrace ON

#=====
#      Nodes Definition
#=====
#Create 16 nodes
set BS0 [$ns_ node]
$BS0 set X_ 10
$BS0 set Y_ 6030
$BS0 set Z_ 0.0
$BS0 random-motion 0
set BA0 [new Agent/VanetRBC R]

```

```

$ns_ attach-agent $BS0 $BA0
$ns_ at 2 "$BA0 neighbor-info 1 0 550 4 270 550"
$ns_ at 5 "$BA0 start-rsu"

set BS1 [$ns_ node]
$BS1 set X_ 2010
$BS1 set Y_ 6030
$BS1 set Z_ 0.0
$BS1 random-motion 0
set BA1 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS1 $BA1
$ns_ at 2 "$BA1 neighbor-info 0 180 550 2 0 550 5 270 550"
$ns_ at 5 "$BA1 start-rsu"

set BS2 [$ns_ node]
$BS2 set X_ 4020
$BS2 set Y_ 6030
$BS2 set Z_ 0.0
$BS2 random-motion 0
set BA2 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS2 $BA2
$ns_ at 2 "$BA2 neighbor-info 1 180 550 3 0 550 6 270 550"
$ns_ at 5 "$BA2 start-rsu"

set BS3 [$ns_ node]
$BS3 set X_ 6030
$BS3 set Y_ 6030
$BS3 set Z_ 0.0
$BS3 random-motion 0
set BA3 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS3 $BA3
$ns_ at 2 "$BA3 neighbor-info 2 180 550 7 270 550"
$ns_ at 5 "$BA3 start-rsu"

```

```

set BS4 [$ns_ node]
$BS4 set X_ 10
$BS4 set Y_ 4020
$BS4 set Z_ 0.0
$BS4 random-motion 0
set BA4 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS4 $BA4
$ns_ at 2 "$BA4 neighbor-info 0 90 550 5 0 550 8 270 550"
$ns_ at 5 "$BA4 start-rsu"

set BS5 [$ns_ node]
$BS5 set X_ 2010
$BS5 set Y_ 4020
$BS5 set Z_ 0.0
$BS5 random-motion 0
set BA5 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS5 $BA5
$ns_ at 2 "$BA5 neighbor-info 1 90 550 4 180 550 9 270 550 6 0 550"
$ns_ at 5 "$BA5 start-rsu"

set BS6 [$ns_ node]
$BS6 set X_ 4020
$BS6 set Y_ 4020
$BS6 set Z_ 0.0
$BS6 random-motion 0
set BA6 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS6 $BA6
$ns_ at 2 "$BA6 neighbor-info 2 90 550 5 180 550 7 270 550 10 0 550"
$ns_ at 5 "$BA6 start-rsu"

set BS7 [$ns_ node]
$BS7 set X_ 6030
$BS7 set Y_ 4020
$BS7 set Z_ 0.0

```

```

$BS8 random-motion 0
set BA8 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS8 $BA8
$ns_ at 2 "$BA8 neighbor-info 4 90 550 9 0 550 12 270 550"
$ns_ at 5 "$BA8 start-rsu"

set BS9 [$ns_ node]
$BS9 set X_ 2010
$BS9 set Y_ 2010
$BS9 set Z_ 0.0
$BS9 random-motion 0
set BA9 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS9 $BA9
$ns_ at 2 "$BA9 neighbor-info 5 90 550 8 180 550 10 0 550 13 270 550"
$ns_ at 5 "$BA9 start-rsu"

set BS10 [$ns_ node]
$BS10 set X_ 4020
$BS10 set Y_ 2010
$BS10 set Z_ 0.0
$BS10 random-motion 0
set BA10 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS10 $BA10
$ns_ at 2 "$BA10 neighbor-info 6 90 550 9 180 550 11 0 550 14 270 550"
$ns_ at 5 "$BA10 start-rsu"

set BS11 [$ns_ node]
$BS11 set X_ 6030
$BS11 set Y_ 2010
$BS11 set Z_ 0.0
$BS11 random-motion 0
set BA11 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS11 $BA11
$ns_ at 2 "$BA11 neighbor-info 7 90 550 10 180 550 15 270 550"
$ns_ at 5 "$BA11 start-rsu"

```

```

set BS12 [$ns_ node]
$BS12 set X_ 10
$BS12 set Y_ 10
$BS12 set Z_ 0.0
$BS12 random-motion 0
set BA12 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS12 $BA12
$ns_ at 2 "$BA12 neighbor-info 8 90 550 13 0 550"
$ns_ at 5 "$BA12 start-rsu"

set BS13 [$ns_ node]
$BS13 set X_ 2010
$BS13 set Y_ 10
$BS13 set Z_ 0.0
$BS13 random-motion 0
set BA13 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS13 $BA13
$ns_ at 2 "$BA13 neighbor-info 9 90 550 12 180 550 14 0 550"
$ns_ at 5 "$BA13 start-rsu"

set BS14 [$ns_ node]
$BS14 set X_ 4020
$BS14 set Y_ 10
$BS14 set Z_ 0.0
$BS14 random-motion 0
set BA14 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS14 $BA14
$ns_ at 2 "$BA14 neighbor-info 10 90 550 13 180 550 15 0 550"
$ns_ at 5 "$BA14 start-rsu"

set BS15 [$ns_ node]
$BS15 set X_ 6030
$BS15 set Y_ 10
$BS15 set Z_ 0.0

```

```

set BA15 [new Agent/VanetRBC R]
$ns_ attach-agent $BS15 $BA15
$ns_ at 2 "$BA15 neighbor-info 11 90 550 14 180 550"
$ns_ at 5 "$BA15 start-rsu"

```

```

for {set i 0} {$i < 300} {incr i} {
    set node_($i) [ $ns_ node]

    set MA($i) [new Agent/VanetRBC M]
    $ns_ attach-agent $node_($i) $MA($i)
    $ns_ at 0 "$MA($i) neighbor-info"
}

```

```

source mob300.tcl

```

```

#for {set i 0} {$i < 100} {incr i} {
#set target [expr [expr 50 + $i] % 100]
#$ns_ at 50 "$MA($i) req-pos $target"
#}
#$ns_ connect $MA(93) $BA4
$ns_ at 70 "$MA(33) req-pos 50"
$ns_ at 70 "$MA(50) req-pos 30"
$ns_ at 70 "$MA(22) req-pos 20"
#$ns_ at 5 "$MA(93) table-size"
#$ns_ at 100 "$MA(90) table-size"
#=====
#           Termination
#=====
#Define a 'finish' procedure
proc finish {} {
    global ns_ tracefile namfile
    $ns flush-trace

```

```

$ns_ at 70 "$MA(22) req-pos 20"
#$ns_ at 5 "$MA(93) table-size"
#$ns_ at 100 "$MA(90) table-size"
#=====
#           Termination
#=====
#Define a 'finish' procedure
proc finish {} {
    global ns_ tracefile namfile
    $ns_ flush-trace
    close $tracefile
    close $namfile
    exit 0
}

$ns_ at 100 "$BA0 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA1 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA2 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA3 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA4 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA5 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA6 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA7 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA8 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA9 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA10 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA11 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA12 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA13 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA14 stop-regbc"
$ns_ at 100 "$BA15 stop-regbc"

$ns_ at 100 "finish"

```