

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou



*Faculté de Génie Electrique et Informatique
Département d'Informatique*

Mémoire de Master Académique de la Spécialité Systèmes Informatiques

Thème : Clustering dans les Réseaux Sociaux Véhiculaire VSN

Présenté par :

Melle. ZOUAOUI Dehbia

Mme. STITI Samira Epse BOUDRAA

Soutenu devant le jury composé de :

Présidente Mme. SAAD Née BELKADI Malika

Encadreur Mme. LAGAB Née AOUDJIT Rachida

Examinatrice Mme. OUBABAS

Promotion 2017-2018

Table des matières

Table des matières.....	1
Table des figures.....	6
Liste des tableaux	7
Liste des abréviations	8
Résumé.....	9
Introduction générale	10
Chapitre I	12
Réseaux Ad-hoc Véhiculaires (Vehicular Ad-hoc Networks VANETs).....	12
1. Introduction	13
2. Historique.....	13
3. Les réseaux Ad-Hoc véhiculaires.....	15
4. Architecture des réseaux Ad-hoc véhiculaires	17
4.1. Les unités embarquées (véhicule)	17
4.2. Les infrastructures fixes RSU (Road Side Unit)	18
4.3. Equipement personnel	18
4.4. Autorité centrale (CA -Central Authority-).....	19
5. Mode de communication dans VANET	19
6. Types de messages	20
6.1. Messages de contrôle « beacon »	20
6.2. Messages d'alerte	21
6.3. Autres messages	21
7. Environnement de déploiement.....	21
7.1. Environnement urbain	21
7.2. Environnement autoroutier	22
8. Les applications des réseaux VANET	22
8.1. Applications de confort ou de divertissement	22
8.2. Applications d'optimisation et d'amélioration du trafic routier	23
8.3. Applications de prévention et de sécurité du trafic routier	23
9. Caractéristiques des réseaux VANETs	23
9.1. Capacité d'énergie et stockage	24
9.2. Topologie très dynamique.....	24
9.3. Connectivité	24

9.4. Modèle de communication	24
9.5. Géolocalisation.....	24
9.6. Mobilité.....	25
9.7. Diffusion de type d'informations	25
10. Les défis existant dans VANET	25
10.1. Qualité de service	25
10.2. Environnement d'exploitation dynamique	26
10.3. Simulation de véhicules irréalistes	26
10.4. Puissance de transmission.....	26
10.5. Problème de partition réseau	26
10.6. Problèmes de sécurité et de confidentialité.....	27
10.7. Récupération d'erreur non fiable	27
10.8. Inondation de messages	27
10.9. Adressage géographique et geocasting.....	27
10.10. Normalisation vis-à-vis de la flexibilité.....	28
10.11. Problèmes de routage de paquets	28
10.12. Coopération des nœuds.....	28
11. Approches de coopération à VANET	29
11.1. Mécanisme de coopération incitative	29
11.2. Mécanismes de coopération basée sur la punition	30
11.3. Mécanisme de coopération basé sur la réputation.....	30
11.4. Mécanisme de détection de mauvais comportement	30
11.5. Mécanisme basé sur un réseau social mobile.....	30
12. Conclusion	31
Chapitre II	32
Réseaux sociaux véhiculaires (Vehicular Social Networks VSN).....	32
1. Introduction	33
2. Réseaux sociaux véhiculaires	33
3. Architecture des VSNs	34
3.1. VSNs Centralisés.....	35
3.2. VSNs distribués (décentralisés)	36
3.3. Une architecture hybride	37
4. Applications.....	37

4.1. Applications basées sur la sécurité	38
4.2. Applications basées sur les commodités	38
4.3. Applications basées sur le confort.....	38
4.4. Applications basées sur le divertissement.....	39
5. Diffusion de contenu dans des réseaux sociaux de véhicules	39
5.1. Traitement d'informations.....	40
5.1.1. Informations sous forme de boîte noire	40
5.1.2. Estimation de la pertinence de l'information	41
5.1.3. Considérant les préférences de l'utilisateur.....	41
5.2. Livraison de contenu	41
5.2.1. Livraison aveugle	42
5.2.2. Livraison basée sur les services publics	42
5.3. Performance.....	43
5.3.1. Délai de livraison.....	43
5.3.2. Rapport de livraison	43
5.3.3. Utilisation de la bande passante	44
5.3.4. Satisfaction de l'utilisateur.....	44
6. Mobilité des véhicules dans les VSNs.....	44
6.1. Modélisation de mobilité.....	45
6.2. Systèmes de recommandation.....	45
6.3. Découverte et planification d'itinéraire.....	46
7. Défis de la recherche en VSN	46
7.1. Déploiement.....	46
7.2. Sécurité de l'échange d'informations.....	47
7.3. Confidentialité conditionnelle multi-plates-formes	47
7.4. Audit et incitations	47
7.5. Mobilité vs facteurs sociaux	48
7.6. Mise à jour de l'information / désintégration	48
8. Gestion de confiance dans VSN	48
9. Mesures de confiances dans les VSNs.....	49
9.1. Confiances directe dans VSN	49
9.2. Confiance indirecte dans VSN	50
8. Conclusion	50

Chapitre III	51
Le clustering dans les VANETs.....	51
1. Introduction	52
2. Clustering ou hiérarchisation dans les VANETs.....	52
3. Entités d'hiérarchisation	53
4. Objectif de la hiérarchisation dans les VANETs.....	54
5. Etapes de Clustering.....	55
6. Technique de Clustering dans les VANETs	59
6.1. Clustering traditionnel	59
6.1.1. Clustering actif	59
6.1.2. Clustering passif.....	60
6.2. Clustering prédictif	60
6.2.1. Clustering basé sur la position	60
6.2.2. Clustering basé sur la destination	61
6.2.3. Clustering basé sur la voie	61
6.3. Clustering basé sur Back-bone	61
6.3.1. Clustering en k-saut	62
6.4. Clustering basé sur MAC	62
6.4.1. Clustering MAC basé sur IEEE 802.11	62
6.4.2. Clustering basé sur TDMA	63
6.4.3. Clustering basé sur SDMA.....	63
6.5. Clustering hybride	63
6.5.1. Clustering décentralisé coopératif.....	64
6.5.2. Clustering hybride basé sur le comportement du conducteur	64
6.6. Clustering basé sur la sécurité	64
6.6.1. Clustering d'authentification	65
7. Conclusion	66
Chapitre IV	67
Conception d'un algorithme de clustering dans les VSNs	67
1. Introduction	68
2. Vue du trafic.....	68
3. Modèle de réseau, définitions et hypothèses	69
4. Algorithme de clustering dans les VSNs	70

4.1. Critère d'élection	71
4.2. Notations utilisées	71
4.3. Description des étapes de l'algorithme.....	72
5. Conclusion	77
Conclusion générale	78
Références bibliographiques.....	79

Table des figures

Figure 1. Réseau Cellulaire-MANET-VANET.....	12
Figure 2. Exemple de réseau VANET.....	13
Figure 3. VANET vs MANET.....	14
Figure 4. Les entités communicantes dans les VANETs.....	15
Figure 5. Smart Car (Véhicule Intéligent).....	16
Figure 6. Modes de communication des véhicules dans VANET.....	18
Figure 7. Types d'approche de coopération dans VANET.....	27
Figure 8. Architecture de communication physique des VSNs.....	33
Figure 9. VSN centralisé.....	34
Figure 10. VSNs distribués.....	35
Figure 11. Taxonomie pour la diffusion du contenu dans les VSNs.....	38
Figure 12. Exemple de l'entité d'hierarchisation	50
Figure 13. Le flux de base d'un algorithme de clustering.....	53
Figure 14. Technique de Clustering dans les VANETs.....	62

Liste des tableaux

Tableau 1. Comparaison entre MANET et VANET.....	14
Tableau 2. Comparaison entre MSN et VSN.....	32
Tableau 3. Notations utilisé pour le déroulement de l'algorithme.....	81

Liste des abréviations

ARQ: Automatic Repeat Request.

CA: Central Authority.

C-ARQ: Cooperative ARQ.

CH: Cluster Head.

CM: Cluster Member.

CN: Cluster Node.

DSRC: Dedicated Short Range Communication.

FEC: Forward Error Correction.

GW: Gateway node.

GPRS: General Packet Radio Service.

GPS: Global Positioning System.

ID: Identificateur.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IHM: Interface Homme-Machine.

MANET: Mobile Ad hoc Network.

MAC: Medium Access Control.

MSN: Mobile Social Network.

OBU: On Board Unit.

PKI: Public Key Infrastructure.

RSU: Road Side Unit.

SDMA: Spatial Division Multiple Access.

STI: Système de Transport Intelligent.

TDMA: Time Division Multiple Access.

TX: Transmission (of X).

V2I: Vehicle-to-Infrastructure.

V2V: Vehicle-to- Vehicle.

VANET: Vehicular Ad-hoc Network.

VSN: Vehicular Social Network.

WIFI: Wireless Fidelity.

Résumé

Le développement social et les avancées technologiques ont permis aux VANETs de combiner les facteurs sociaux pour former un nouveau système de transport intelligent: VSN.

Les facteurs humains interviennent alors dans les réseaux ad-hoc véhiculaires, non seulement en raison des applications liées à la sécurité, mais également à des fins de divertissement. Les caractéristiques sociales et le comportement humain ont une incidence importante sur les réseaux ad-hoc de véhicules, ce qui est le cas des réseaux sociaux de véhicules, qui se forment lorsque des véhicules se «socialisent» et partagent des intérêts communs.

Afin de fournir des services plus fiables dans des applications VANET, il est nécessaire d'établir une structure plus stable. Le clustering est une des bonnes solutions pour supporter les caractéristiques particulières de VANETs tels que grande mobilité, contrainte de mouvement, etc. Toutefois, il pourrait être difficile de sélectionner des techniques de clustering appropriées aux besoins.

Dans ce travail, nous proposons une méthode de clustering sociale pour classer les véhicules en différents clusters en explorant les corrélations sociales qui les unissent, en tenant compte à la fois de la stabilité des clusters et de la réputation des nœuds.

Mots clés

VANET – VSN – MSN – CLUSTERING

Introduction générale

Ces dernières années, plusieurs recherches ont été menées à l'échelle internationale visant à faire communiquer des véhicules, cette communication permettra de nouveaux services pour les véhicules et crée de nombreuses opportunités pour améliorer la sécurité routière. La communication entre véhicules peut par exemple être utilisée pour aider à la conduite et proposer des services de sécurité actifs comme l'avertisseur d'accident, le trafic temps réel et des systèmes actifs de diffusion de l'information. Un nouveau type de réseau a alors vu le jour, c'est le VANET (Vehicular Ad-hoc Network).

Basé sur le principe du MANET, Le VANET est un réseau constitué des véhicules équipés de moyens de communication (Capteur) et qui connaît plus de changement de la topologie que le MANET dû à la forte mobilité des véhicules.

Les facteurs humains (mobilité humaine, égoïsme et préférences des utilisateurs) sont également impliqués dans les applications VANET. Ce nouveau paradigme de réseautage s'appelle «Réseau Socialement Conscient», qui utilise les relations sociales des utilisateurs d'appareils mobiles pour créer des réseaux sociaux mobiles. À mesure que les comportements humains et leurs caractéristiques sociales influent profondément sur les réseaux de communication, cela génère le concept de «réseaux sociaux véhiculaires» (VSN) constitué de véhicules socialisés.

Les VSNs permettent aux conducteurs et aux passagers qui partagent la route de socialiser et d'échanger des informations avec d'autres usagers de la route. Ces navetteurs peuvent percevoir l'état de la circulation et partager l'expérience de conduite afin d'améliorer la gestion du trafic. En outre, ils peuvent soutenir l'échange d'informations utiles pour le divertissement.

En raison des contraintes de ressources des appareils mobiles et des réseaux de communication, la diffusion de contenu dans les réseaux VSN présente plusieurs défis. Par exemple, en raison du dynamisme du réseau, il est difficile de comprendre les propriétés sociales des nœuds et de tirer parti du comportement des utilisateurs pour améliorer les performances du réseau en termes de diffusion du contenu. Les liaisons de communication entre véhicules ne peuvent rester actives que pendant de courtes périodes en raison de la grande mobilité des véhicules.

La haute mobilité dans les VSNs et les VANETs entraîne une connectivité intermittente et une mauvaise communication entre les nœuds. La densité et les variations de vitesse fréquentes dans le temps et dans l'espace aggravent la situation. Le clustering est appliqué dans les VANETs pour atténuer ce problème en partitionnant les réseaux en groupes de nœuds composés de caractéristiques similaires.

Le clustering est essentiel pour une consommation efficace des ressources et un équilibrage de la charge dans les réseaux à grande échelle. Le routage basé sur le regroupement est approprié pour les réseaux de véhicules car les véhicules peuvent être formés comme des clusters sur les routes.

L'application du clustering dans les VSNs nécessite d'introduire l'aspect de confiance. Cet aspect se réfère au degré de certitude avec lequel un message reçu peut être fiable. Dans ce contexte, une proposition d'un algorithme de clustering prenant en compte les relations sociales entre véhicules fera l'objet de notre mémoire de fin d'études.

Notre mémoire s'étale sur quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons introduit les réseaux VANET en donnant les définitions, les caractéristiques, les techniques de communication et tout ce qui relève de ce domaine.

Dans le deuxième chapitre, nous avons abordé les réseaux VSN tout en décrivant ses différentes architectures, ses différentes applications ainsi que les défis de ce type de réseaux.

Le troisième chapitre est une étude sur la classe d'hierarchisation (clustering) qui consiste à présenter les entités, les étapes et les techniques d'hierarchisation dans les réseaux VANET.

Le dernier chapitre est consacré à l'explication des étapes de l'algorithme de clustering que nous avons proposé.

Nous terminons ce travail par une conclusion générale.

Chapitre I

Réseaux Ad-hoc Véhiculaires (Vehicular Ad-hoc Networks VANETs)

1. Introduction

Les réseaux ad-hoc véhiculaires (VANETs) sont un type de réseaux mobiles ad-hoc (MANETs) où les véhicules sont simulés comme des nœuds mobiles. Bien que VANET partage certaines des comportements de MANET, cependant, la principale différence entre MANET et VANET est que les nœuds dans VANET ne sont pas limités à des ressources telles que l'énergie, la puissance de calcul et la mémoire [2].

Ces réseaux sont passés du stade de la simple curiosité pour revêtir aujourd'hui un intérêt certain aussi bien du point de vue de l'industrie automobile que des opérateurs de réseaux et services et de la communauté de recherche. Les organismes gouvernementaux et les instituts à travers le monde ont déployé beaucoup d'efforts pour réaliser le concept de VANET à grande échelle, en particulier dans la prévention des accidents pour promouvoir la sécurité routière. En effet, grâce à des capteurs installés au sein de véhicules, ou bien situés au bord des routes et des centres de contrôle, les communications véhiculaires permettront aux conducteurs d'être avertis suffisamment tôt de dangers éventuels.

De plus, ces réseaux ne se contenteront plus d'améliorer la sécurité routière seulement, mais ils permettront aussi d'offrir de nouveaux services aux usagers des routes rendant la route plus agréable.

Dans cette première partie de notre mémoire, nous allons présenter une vue d'ensemble des réseaux véhiculaires. Nous commencerons par un historique des VANETs, puis nous détaillerons l'architecture et les modes de communication des réseaux ad-hoc véhiculaire. Ensuite, nous présentons les types de messages, les domaines de déploiement, les caractéristiques et les défis des réseaux véhiculaires sans fil. À la fin, nous aborderons les Approches proposés pour la coopération des nœuds dans les VANETs.

2. Historique

Au cours des dernières années, les chercheurs, le gouvernement et l'industrie automobile se sont intéressés aux VANETs, où plusieurs applications de STI (Système de Transport Intelligent) ont vu le jour non seulement pour des applications de sécurité, mais aussi pour des applications plus confortables pour les conducteurs et les passagers.

Au début des années 2000, les VANETs étaient considérés comme une simple application individuelle des principes MANET [Wikipedia], ils sont depuis devenus un domaine de recherche à part entière.

En 2001, Les VANETs ont été mentionnés et introduits dans le cadre d'applications de "communication mobile et de mise en réseau" ad-hoc [Wikipedia]. Et depuis VANET devient de plus en plus populaire dans la gestion du trafic en particulier dans certains pays développés. Il peut être classé dans l'application liée à la sécurité où il peut sauver des milliers de vies quotidiennes.

En 2015, le terme VANET est devenu synonyme du terme générique de communication inter-véhicule, bien que l'accent demeure sur l'aspect de la mise en réseau spontanée, et beaucoup moins sur l'utilisation des infrastructures ou réseaux cellulaires.

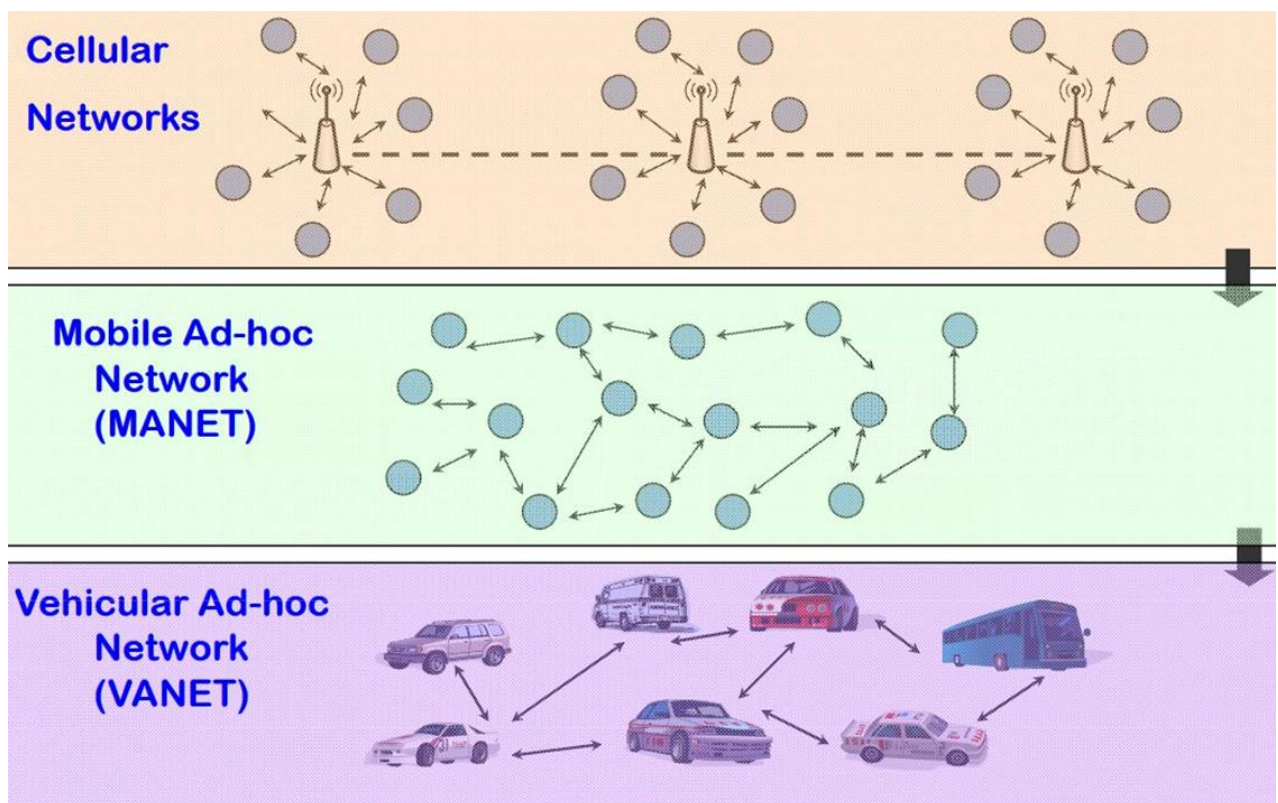


Figure 1. Réseau Cellulaire-MANET-VANET [42]

3. Les réseaux Ad-Hoc véhiculaires

Un VANET est une particularité des réseaux MANETs où les nœuds mobiles sont des véhicules (intelligents) équipés de calculateurs, de cartes réseau et de capteurs. Comme tout autre réseau Ad-hoc, les véhicules peuvent communiquer entre eux (pour échanger les informations sur le trafic par exemple) ou avec des stations de base placées tout au long des routes (pour demander des informations ou accéder à internet...). Les réseaux véhiculaires regroupent deux grandes classes d'applications, à savoir les applications qui permettent de bâtir un STI et celles liées au confort ou avertissement du conducteur et des éventuels passagers.



Figure 2. Exemple de réseau VANET (www.car-2-car.org)

Différent avec MANET, le mouvement des nœuds dans VANET est limité par les routes. En outre, le fonctionnement et la synchronisation des feux de circulation ont également influencé de manière significative le mouvement des nœuds. Le tableau 1 et la figure 3 illustre une comparaison détaillée entre MANET et VANET.

	MANET	VANET
Nombre de nœuds	Habituellement de 100 à 1000	Sans limite, peut être égale à des millions de véhicules
Mobilité	Faible ou moyenne (Vitesse de marche)	Haute (jusqu'à 200km/h)
Trajectoire des nœuds	Aléatoire (p.ex. ., Point de cheminement)	Déterministe (réseau routier)
Changement de topologie	Lent	Fréquent / rapide
Durée de vie des nœuds	Limitée par la vie des batteries dans les nœuds	Illimitées (vie de véhicules)

Tableau 1. Comparaison entre MANET et VANET

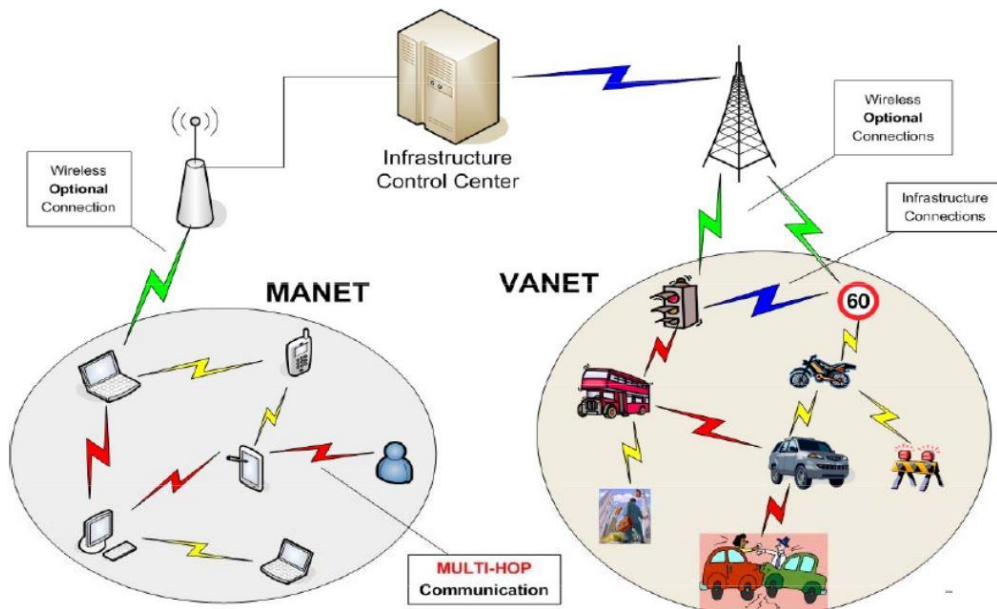


Figure 3. VANET vs MANET [42]

4. Architecture des réseaux Ad-hoc véhiculaires

L'architecture des réseaux véhiculaires sans fil (VANETs) peut être décrite par plusieurs entités. Quatre principales entités permettent d'établir la communication dans les réseaux VANETs voir (figure 4): les unités embarquées qui sont les véhicules, des infrastructures fixe appelées RSU (Road Side Unit) installées le long des routes, l'équipement personnel et l'équipement central.

Les véhicules peuvent communiquer entre eux en mode ad-hoc à l'aide de certains standards de communications GPRS (General Packet Radio Service) qui sont intégrés dans les OBUs (On Board Unit) embarqués à bord des véhicules et qui de nos jours sont proposés par plusieurs constructeurs automobiles. Ou avec les RSUs en mode cellulaire et peuvent aussi communiquer en hybride avec les autres véhicules et avec les RSUs. Les différents nœuds du réseau disposent d'équipements leur permettant de communiquer via des technologies sans fil.

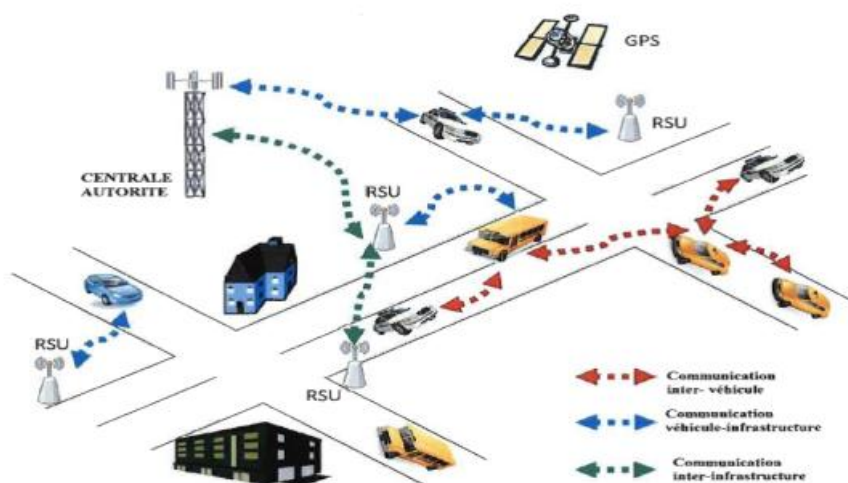


Figure 4. Les entités communicantes dans les VANETs [1]

4.1. Les unités embarquées (véhicule)

Les véhicules modernes sont équipés d'un ensemble de processeurs connectés à une plateforme centrale de calcul qui dispose d'interfaces filaires et sans fil. Les véhicules intelligents comme montré dans la (figure 5) sont des véhicules équipés d'une OBU qui permet au véhicule de se

localiser et qui garantit l'envoi et la réception des données sur l'interface réseau. Les «OBUs» utilisent les signaux DSRC (Dedicated Short Range Communication) pour communiquer avec les « RSU ». [31] [30] [32]

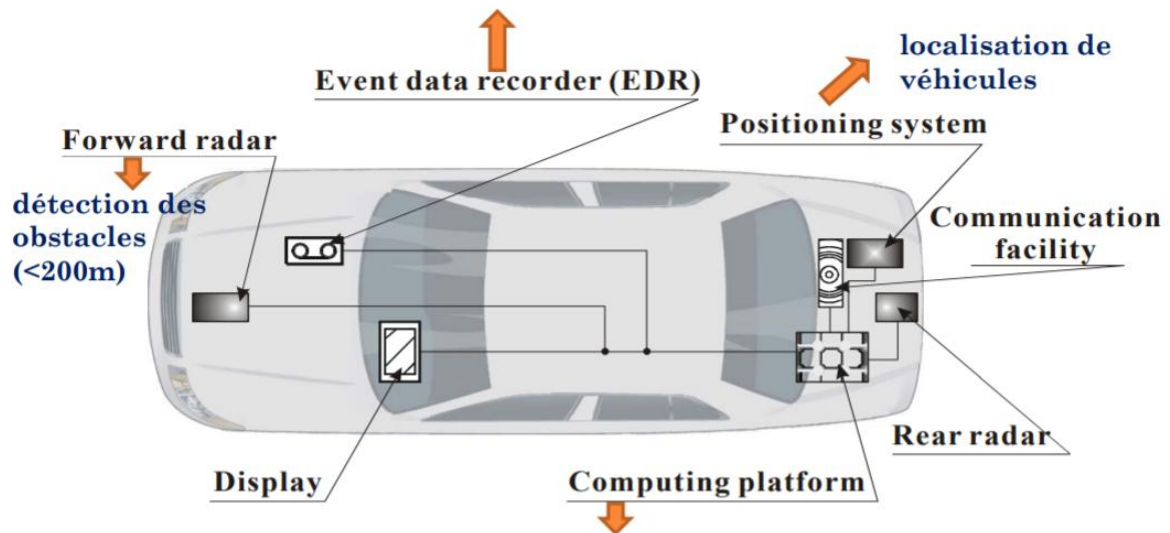


Figure 5. Smart Car (Véhicule Intelligent) [42]

4.2. Les infrastructures fixes RSU (Road Side Unit)

Les RSUs sont des équipements externes aux véhicules installés au bord des routes. Ils diffusent vers les véhicules des informations liées à l'état du trafic, l'état de la route, ainsi que des informations météorologiques. Ils sont d'ailleurs utilisés comme des routeurs entre les véhicules. Ils peuvent jouer aussi le rôle d'une station de base en relayant l'information envoyée par un véhicule. [31] [30] [32]

4.3. Equipement personnel

Les équipements personnels sont les équipements qui peuvent être apportés par les utilisateurs à l'intérieur de leurs véhicules. Cela peut être un téléphone portable, un ordinateur portable ou encore un GPS autonome. Ces équipements peuvent interagir avec le véhicule. De nos jours, en activant l'interface Bluetooth du téléphone portable, on peut utiliser son téléphone portable par commande

vocale (en utilisant les microphones intégrés au véhicule) ou par le biais de l'IHM (interface Homme-Machine) du véhicule. [31] [30] [32]

4.4. Autorité centrale (CA -Central Authority-)

L'autorité centrale ou l'autorité de confiance est un tiers de confiance qui a comme rôle de signer et délivrer les certificats numériques et des clés ou pseudonymes de communication aux véhicules. L'autorité centrale peut aussi dans certaines circonstances révéler l'identité de l'expéditeur d'un message. [31] [30] [32]

5. Mode de communication dans VANET

La communication dans VANET se fait entre un véhicule et un autre en formant un mode de communication V2V (Vehicle-to-Vehicle), ou entre un véhicule et une unité côté route (RSU -Road Side Unit-) en mode de communication V2I (Vehicle-to-Infrastructure).

Dans la communication V2I, les véhicules peuvent participer aux STI où la communication V2I a lieu avec le panneau de signalisation ou le RSU placée le long de la route. Le panneau de signalisation ou RSU peut être alimenté par une petite batterie dans les zones rurales avec une alimentation électrique limitée.

Ces différentes communications sont illustrées dans la figure 6.

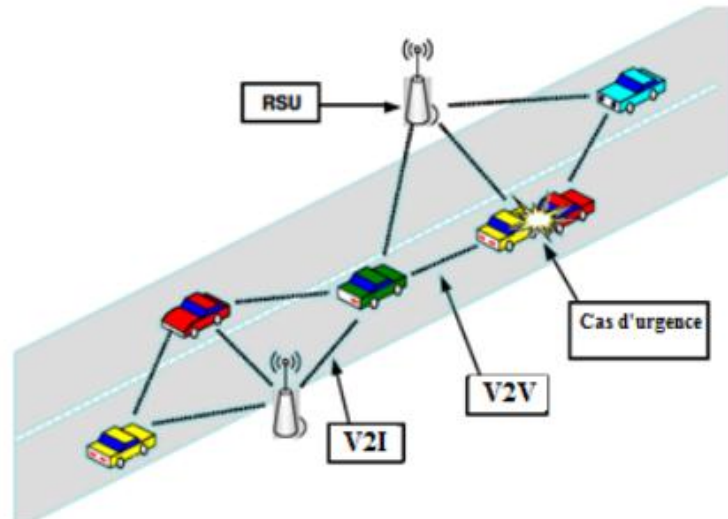


Figure 6. Modes de communication des véhicules dans VANET [12]

Le type de communication (V2V et/ou V2I) à utiliser dans un réseau de véhicules dépend des exigences particulières de l'application à déployer sur ce réseau. Dans la plupart de ces applications, notamment celles qui visent à améliorer la sécurité routière, les communications sont de type V2V. Dans ce dernier, il n'y a pas d'entité centrale (coordinateur) comme par exemple, dans les réseaux mobiles ou un réseau WiFi avec infrastructure. Un VANET devrait être formé lorsque les véhicules sont présents dans certaines zones et il disparaît lorsque les véhicules quittent la zone.

La combinaison de ces deux types d'architecture de communication citée ci-dessus permet d'obtenir une architecture hybride intéressante.

6. Types de messages

Trois types de messages s'échangent entre les différentes entités du réseau véhiculaire sans fil.

6.1. Messages de contrôle « beacon »

Les messages de contrôle sont envoyés à intervalles réguliers. Un véhicule émet un message de contrôle toutes les 100 ms. Ces messages contiennent des informations personnelles sur les véhicules : la position, la vitesse, la direction et l'itinéraire du véhicule émetteur, etc. [32]. Grâce aux messages de

contrôle, chaque véhicule se crée une vue locale de son voisinage. Le message de contrôle est l'équivalent du message HELLO des protocoles de routage. Chaque véhicule se fait donc connaître de son voisinage direct. Bien entendu, les messages de contrôle ne sont pas transférés et utilisent une diffusion à un saut.

6.2. Messages d'alerte

Les messages d'alerte sont générés lorsqu'un évènement qui mérite l'attention du conducteur est détecté tel que les accidents, congestions, obstacles sur la route, etc. Ces messages permettent d'améliorer la sécurité routière, et de gérer le trafic routier [32]. En effet, grâce à ces messages, les nœuds mobiles peuvent prendre leurs précautions. Les messages doivent être émis à intervalle régulier afin d'assurer la pérennité de l'alerte. Ils doivent être de taille réduite pour pouvoir être retransmis rapidement dans le réseau.

6.3. Autres messages

Outre les messages de contrôle et d'alertes, les entités du réseau véhiculaire sans fil peuvent échanger des messages d'une application, de l'envoi de courrier électronique, échange de messages multimédia, etc. Ces messages ne sont généralement pas répétés à intervalle régulier. Les messages reçus seront stockés dans un <cache des messages récemment reçus> [32]. Chaque message se verra associer une durée de vie dans le cache.

7. Environnement de déploiement

On peut définir la circulation des voitures dans le réseau routier sur deux environnements:

7.1. Environnement urbain

Le milieu urbain est caractérisé par des intersections, des points d'arrêts (les panneaux Stop, le feu tricolore, etc.) et il exige une vitesse réduite jusqu'à un maximum de 50 km/h en ville. C'est un

environnement qui présente une forte perturbation des ondes radio causée par la présence des bâtiments, des maisons et autres. De plus, dans ce milieu on peut avoir une bonne connectivité entre les véhicules et une communication ad-hoc facile grâce au faible intervalle entre les nœuds. L'installation des infrastructures routières en milieu urbain reste un problème complexe due à l'insuffisance de place.

7.2. Environnement autoroutier

Le milieu autoroutier est caractérisé par une vitesse qui varie entre 60 et 100 km/h, de longues routes avec des voies d'accélération et des points de sorties. Comme la vitesse de certains nœuds mobiles est excessive, alors l'écart entre les voitures est important, ce qui entraîne une perte de connectivité des nœuds mobiles du réseau voire même une difficulté de la communication en mode ad-hoc. L'utilisation des entités fixes (RSU et CA) peut garantir une meilleure connectivité dans cet environnement afin de permettre à toutes les entités mobiles de bénéficier de toutes les fonctionnalités du réseau.

8. Les applications des réseaux VANET

Dans le réseau véhiculaire sans fil, on trouve plusieurs types d'applications ou services. Elles peuvent être classifiées en trois grandes catégories.

8.1. Applications de confort ou de divertissement

Son objectif est d'assurer le confort des véhicules et de rendre les voyages plus agréables. Ces services comprennent, entre autres l'accès à Internet, la messagerie, le chat inter –véhicule, etc. L'utilisation de ce genre d'applications, permet aux passagers de s'échanger des musiques, vidéos ou d'accéder à des jeux. Aussi, on pourra procéder à la vérification à distance des permis de conduire, des plaques d'immatriculation par les autorités compétentes, le paiement électronique au niveau des points de péage afin de faire gagner du temps aux utilisateurs.

8.2. Applications d'optimisation et d'amélioration du trafic routier

Sont axées sur l'amélioration des conditions de circulation dans le but de réduire les embouteillages et les risques d'accidents en fournissant des informations sur l'état des routes. En d'autres termes, ces applications visent à équilibrer la circulation des véhicules sur les routes pour une utilisation efficace de la capacité des routes et des carrefours. En effet, un véhicule peut être informé sur l'état de la circulation de son trajet actuel ou futur à partir des messages échangés par les différentes entités du réseau, ce qui donne la possibilité au conducteur de décider quelle route il peut suivre lorsque le trafic est dense sur un trajet et éviter ainsi la congestion. De plus et grâce à l'échange des informations entre les véhicules, il y aura la possibilité de créer le passage pour les voitures d'urgence, ou de proposer d'autres itinéraires aux véhicules qui sont dans une zone de congestion dans le but d'optimiser le trafic et de le rendre fluide.

8.3. Applications de prévention et de sécurité du trafic routier

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 ont un impact direct sur la sécurité des personnes et des biens, les conducteurs peuvent être avertis des accidents ou autres situations dangereuses (alerte pour les travaux routiers, informations météorologiques) en recevant des messages d'alerte diffusés entre les différentes entités afin d'être plus vigilant et de réduire leur vitesse. Comme ces applications contribuent à la diminution du nombre d'accidents sur les routes alors elles aident à préserver la vie humaine. Un service de ces applications qui est un service SOS en cas d'accident est déjà implémenté dans certaines voitures actuelles. Il consiste à envoyer un message afin de prévenir le secours le plus proche.

9. Caractéristiques des réseaux VANETs

Il est important de signaler que les réseaux VANETs ont quelques caractéristiques qui les distinguent des réseaux MANET. Ces caractéristiques sont présentées ci-dessous.

9.1. Capacité d'énergie et stockage

Dans un réseau VANET, les véhicules ne souffrent pas de la contrainte d'énergie vue qu'ils disposent d'une source énergétique importante grâce au système d'alimentation véhiculaire qui se renouvèle dans le temps et ils disposent d'une grande capacité de traitement (peuvent avoir plusieurs interfaces de communication : Wifi, Bluetooth...)

9.2. Topologie très dynamique

La topologie des VANETs est très dynamique à cause de la vitesse de circulation des véhicules. Cette forte mobilité des nœuds cause des changements rapides de la topologie du réseau.

9.3. Connectivité

La forte mobilité des véhicules et le changement rapide de la topologie de réseau, rend la connectivité de courte durée surtout lorsque la densité des véhicules est très faible et donne comme conséquence la disparition de certains chemins. Afin de régler le problème de connectivité, il faut un déploiement de plusieurs nœuds relais ou points d'accès le long de la route, ce qui permettrait la retransmission de l'information sur de longues distances.

9.4. Modèle de communication

Les types de communication se basent sur la diffusion des messages d'une source vers plusieurs destinataires. Aussi, une communication unicast (fr : monodiffusion) peut être établie entre les entités.

9.5. Géolocalisation

Afin de localiser et de faciliter la communication entre les différentes entités du réseau, des systèmes de localisation par satellite comme les GPS sont utilisés dans les réseaux VANETs.

9.6. Mobilité

Dans un réseau VANET, les véhicules suivent un modèle de mobilité extrêmement élevée. Cette mobilité peut être affectée par plusieurs facteurs comme la vitesse des nœuds, le comportement des conducteurs sur les routes ainsi que les infrastructures routières (limitation de vitesse, ronds-points, carrefours).

9.7. Diffusion de type d'informations

Généralement les types d'informations communiquées dans un réseau VANET s'orientent sur la diffusion des messages de prévention ou d'alerte d'une source à une ou plusieurs destinations. Néanmoins, la diffusion est faite en fonction de la position géographique et le degré d'implication de véhicule dans l'évènement déclenché. Dans de telles situations, les communications sont principalement unidirectionnelles.

10. Les défis existant dans VANET

Les VANETs héritent la plupart des caractéristiques des MANETs ainsi que leurs défis. Les VANETs sont également confrontés à de nouveaux défis liés à l'unique caractéristique des VANETs qui se résumant ci-dessous :

10.1. Qualité de service

La demande en qualité de service dépend des applications supportées. La principale contrainte des applications de sécurité est la latence. La validité des informations étant limitée dans le temps, les messages doivent parvenir à destination dans des délais courts pour être considérés comme pertinents. Dans le cas des applications de gestion de trafic, il s'agit essentiellement de la définition d'algorithmes d'agrégation des données qui permettent d'inclure autant d'informations de trafic que possible dans les paquets diffusés.

10.2. Environnement d'exploitation dynamique

VANET a eu affaire à différents types d'environnement de communication. Par exemple, l'environnement de communication dans la circulation routière est simple mais dans la ville, la communication devient beaucoup plus complexe. Une ligne de communication directe est souvent indisponible en raison d'obstacles tels que des bâtiments, des arbres ou des panneaux publicitaires.

10.3. Simulation de véhicules irréalistes

Pour valider si un protocole de routage convient à VANET, un modèle de mobilité fiable et précis doit être choisi avec soin pour reproduire les schémas de déplacement du nœud au plus près du trafic réel. En outre, un modèle d'accident est également requis pour les études liées à la sécurité, car il est essentiel de reproduire avec précision les accidents. Les problèmes de simulation de véhicules tels que la génération de véhicules doivent également être pris en compte car placer la voiture de manière aléatoire sur la carte entraînerait une hypothèse de simulation imprécise et irréaliste.

10.4. Puissance de transmission

L'énergie n'est pas une préoccupation pour VANET. Cependant, ce n'est pas le cas pour la puissance de transmission (TX). Pour obtenir une communication véhiculaire efficace, la puissance d'émission doit rechercher un équilibre, en particulier dans un endroit très dense, car cela entraînerait des perturbations et des interférences si une puissance d'émission élevée était utilisée.

10.5. Problème de partition réseau

La partition réseau est un problème courant dans VANET lorsque la zone d'intérêt est insuffisante, avec un nombre insuffisant de véhicules pour la diffusion des données, les signaux ne pouvant pas pénétrer les obstacles tels que les bâtiments et les arbres, en particulier en ville. La solution pour la diffusion des données dans les zones sujettes à la partition réseau est de la plus haute importance.

10.6. Problèmes de sécurité et de confidentialité

La sécurité et la confidentialité constituent un autre défi qui nécessite une attention particulière lors de la conception et de la mise en œuvre de VANET. Les menaces potentielles, telles que les faux messages créés par un nœud malveillant, pourraient mettre en danger les autres nœuds ou véhicules, car le faux message pourrait perturber le trafic et, dans le pire des cas, pénétrer les informations hautement sensibles et confidentielles du conducteur. La conception de la sécurité doit garantir la confidentialité, l'authentification à l'aide de la signature et de l'intégrité des données afin de protéger le réseau contre les écoutes, l'injection et l'altération de messages non autorisés. Les mécanismes d'authentification doivent être soigneusement conçus pour contrer les faux messages qui perturbent le trafic ou mettent en danger la vie du conducteur.

10.7. Récupération d'erreur non fiable

La communication dans VANET entraîne une transmission de message erronée et une question sur la fiabilité de VANET a été soulevée. Bien que certaines techniques de récupération d'erreur telles que la demande de répétition automatique (ARQ) et la correction d'erreur directe (FEC) aient été proposées, les résultats ne sont pas satisfaisants, une autre variante appelée schéma coopératif ARQ (C-ARQ) permet la communication entre les véhicules lorsqu'ils sont hors de la couverture du point d'accès.

10.8. Inondation de messages

Il est important de regrouper les nœuds voisins en unités gérables, car les messages se propagent partout et inondent le réseau. Sans clustering et une limite entraînerait une interférence entre les véhicules pour la bande passante radio.

10.9. Adressage géographique et geocasting

Le routage geocast est un mécanisme similaire au multicasting dans lequel les destinataires sont identifiés par des contraintes géographiques. Il est utilisé par les applications diffusant des données qui

ne sont utiles que pour les véhicules se trouvant dans une zone géographique spécifique. Par exemple, l'information sur un accident n'est pertinente que pour les véhicules qui se dirigent vers le lieu de l'accident. La diffusion des paquets vers tout autre véhicule cause une surcharge inutile du réseau. La complexité dans le geocasting réside dans la détermination de la zone géographique et la définition d'un mécanisme de relayage efficace qui réduit la surcharge du réseau et qui soit adapté à toutes les densités.

10.10. Normalisation vis-à-vis de la flexibilité

Il est évidemment nécessaire d'uniformiser les communications afin de permettre aux véhicules conçus par différents fabricants de pouvoir collaborer. Cependant, en raison des enjeux commerciaux, il est probable que les constructeurs voudront créer une certaine différenciation des standards.

10.11. Problèmes de routage de paquets

Les protocoles de routage sont utilisés en communications ad-hoc. Ils permettent de déterminer la suite des nœuds que les paquets doivent traverser pour un échange d'information entre 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.

10.12. Coopération des nœuds

Le routage de paquets dans VANET introduirait d'autres problèmes, et l'un d'entre eux est le problème de la coopération entre les nœuds. Toutes les applications VANET doivent avoir une diffusion efficace et efficiente des messages parmi les véhicules du réseau. Lorsque la communication dépasse la couverture de la technologie sans fil et de la RSU, les nœuds du réseau doivent coopérer et relayer le paquet pour le compte du nœud source. Pour résoudre ce problème plusieurs approches de coopération ont été proposées.

11. Approches de coopération à VANET

Ces dernières années, plusieurs propositions encouragent la coopération des nœuds dans VANET.

La figure 7 montre les différents types d'approche de coopération dans VANET :

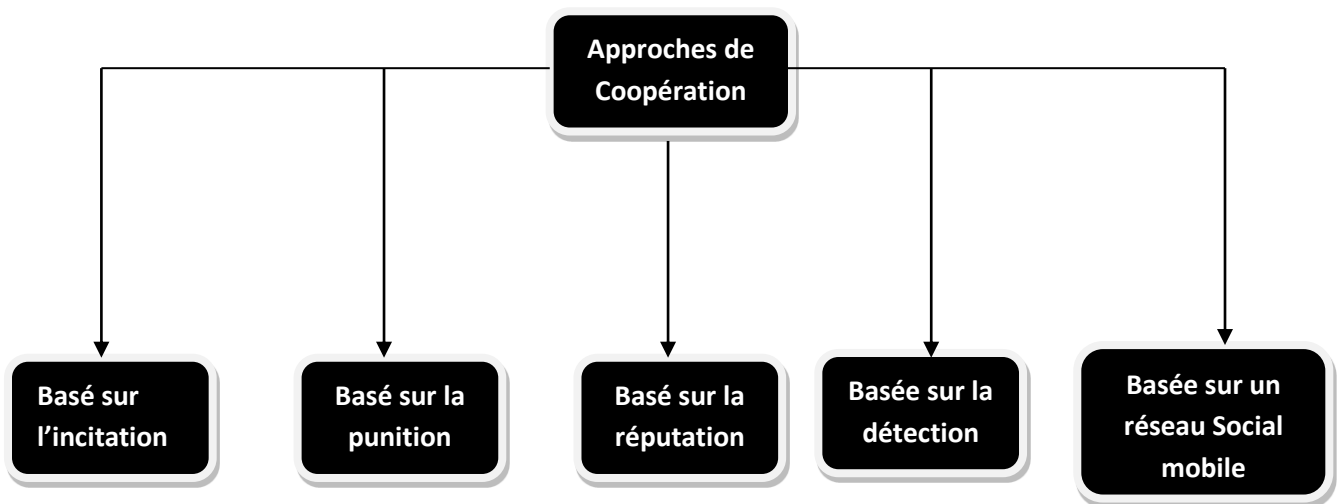


Figure 7. Types d'approche de coopération dans VANET [2]

11.1. Mécanisme de coopération incitative

Dans les VANETs, les nœuds sont traités équitablement et on suppose que chaque nœud participerait au transfert de message. Cependant, en cas de conditions grossières telles que la consommation d'énergie élevée et la faible disponibilité de la bande passante, cela entraîne certains nœuds refusant de transmettre le message provenant d'autres nœuds.

De tels nœuds sont appelés nœuds égoïstes, qui maximisent toujours leur propre profit et causeraient du retard et éventuellement affecter l'ensemble des performances du réseau. Des incitations ou des récompenses peuvent être accordées pour stimuler la coopération [2].

11.2. Mécanismes de coopération basée sur la punition

Ces approches consistent à analyser les nœuds et punir les mauvais comportements et nœuds égoïstes en les ajoutant dans la liste noire et les exclure du réseau [2].

11.3. Mécanisme de coopération basé sur la réputation

L'évaluation de la réputation des nœuds est une autre manière classique de stimuler la coopération dans VANET. Les nœuds de bonne réputation ayant contribué au réseau peuvent utiliser les ressources alors que les nœuds de mauvaise réputation seront exclus du réseau. L'évaluation de la réputation est effectuée en surveillant le nœud voisin à un intervalle de temps. Étant donné qu'un nœud ne peut faire confiance à personne, mais uniquement à lui-même, il convient d'accorder plus de poids à l'observation directe ou aux informations de première main [2]. Ainsi, la détection des nœuds qui se conduisent mal serait plus précise si le composant de surveillance est fiable

11.4. Mécanisme de détection de mauvais comportement

Un comportement appelé byzantin, présentent habituellement dans un réseau ad-hoc quels nœuds ont tendance à laisser tomber, altérer ou dérouter les paquets [2]. Par conséquent, la disponibilité et la robustesse du réseau sont fortement impactés et donc il est toujours bon pour détecter les nœuds se conduisant mal parce que la prévention c'est mieux que guérir.

11.5. Mécanisme basé sur un réseau social mobile

Le réseau social fournit des mécanismes pour les utilisateurs afin de partager leur contenu ou des événements de la vie avec d'autres utilisateurs, ou rechercher d'autres utilisateurs qui ont un intérêt commun dans le réseau. Le réseau social mobile est généralement communiqué via une technologie sans fil à courte portée tels que Wi-Fi ou Bluetooth. C'est un système basé sur le Web qui permet aux utilisateurs de créer leur propre contenu et d'interagir entre eux sur ce contenu particulier. Ces concepts pourraient potentiellement être appliqués dans la coopération des nœuds [2].

12. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté les VANETs, un type de MANET qui est de plus en plus populaire dans la promotion de la sécurité routière et Smart City applications. L'architecture des VANETs, les modes de communication, les caractéristiques et les défis. A la fin, on a cité les différentes approches de coopération et parmi ces approches, on a citée la coopération basé sur les MSN (Mobile Social Network).

Le chapitre suivant sera consacré aux VSN (Vehicular Social Networks), un nouveau système de communication mobile formé par la combinaison de concepts et de caractéristiques pertinents des réseaux ad-hoc véhiculaires (VANET) et des réseaux sociaux mobiles (MSN).

Chapitre II

Réseaux sociaux véhiculaires (Vehicular Social Networks VSN)

1. Introduction

Avec la croissance rapide des appareils intelligents et l'avènement de capacités de communication et de calcul avancées, il est possible pour les conducteurs et les passagers de communiquer et de socialiser avec les autres usagers de la route. Non seulement se limiter à l'intérêt, mais ces navetteurs peuvent également interagir avec d'autres passagers confrontés à des conditions de trafic similaires, des facteurs environnementaux, le même schéma de mobilité, ou appartenir à la même communauté. Ces navetteurs peuvent partager des informations précieuses pour différentes applications personnelles ou publiques. Les interdépendances sociales de ces navetteurs peuvent être exploitées pour diverses applications. Ainsi, l'intégration de l'informatique intelligente avancée et de la perspective des réseaux sociaux dans l'environnement véhiculaire est devenue un nouveau paradigme de réseaux sociaux véhiculaires (VSN) à fort potentiel pour diverses applications; non seulement pour le futur système de transport intelligent (STI), mais aussi pour le divertissement et le confort des conducteurs le long des routes. Nous consacrons cette partie à une étude détaillée des VSNs.

2. Réseaux sociaux véhiculaires

Un réseau social véhiculaire (VSN) est un système de communication mobile formé par la combinaison de concepts pertinents et les caractéristiques des réseaux ad-véhiculaires (VANET) et des réseaux sociaux (MSN) [4]. Les entités du réseau partagent des données et communiquent les uns avec les autres en exploitant les interdépendances sociales.

Dans les VSNs, les dispositifs de communication hétérogènes, l'environnement d'application, et les caractéristiques uniques distinguent les VSNs des MSN classiques, comme résumé dans le Tableau2 [4].

	Réseaux sociaux mobiles (MSN)	Réseaux sociaux véhiculaires (VSN)
Mobilité	Au hasard	Réservé aux routes et aux rues
Topologie de réseau	Lenteur des nœuds	Très dynamique en raison des exigences de vitesse et de mobilité des véhicules
Contribution sociale	La vraie vie, les amis	Humain à humain / machines, machines à machines, contact fréquence, similitude, etc
Architecture de réseau	Opportuniste et Internet	Internet et VANET
Sensibilité au temps	Normal et acceptable	exigences en temps réel dépendant de l'application pour les applications de sécurité
Contraintes énergétiques	Haute	Pas sensible
Modélisation de mobilité	Aléatoire et Facile	Complicé et à grande échelle

Tableau 2. Comparaison entre MSN et VSN [4]

3. Architecture des VSNs

Les principaux composants des VSNs sont les participants, les appareils mobiles et l'infrastructure réseau. Dans les VSNs, pas seulement les conducteurs, mais aussi les passagers, les piétons et les OBU participent à la communication. Les dispositifs intelligents intégrés dans les véhicules des conducteurs, des passagers et des piétons peuvent détecter la proximité avec d'autres dispositifs et partager le contenu.

Chaque utilisateur peut être un éditeur, un abonné ou les deux à la fois. La façon dont ces appareils peuvent communiquer dépend sur l'architecture de communication sous-jacente. La communication de ces appareils et utilisateurs peut être classés comme humains-à-humains, humains-à-machines et machines-à-machines.

L'architecture de communication physique des VSNs est montrée dans la figure suivante :

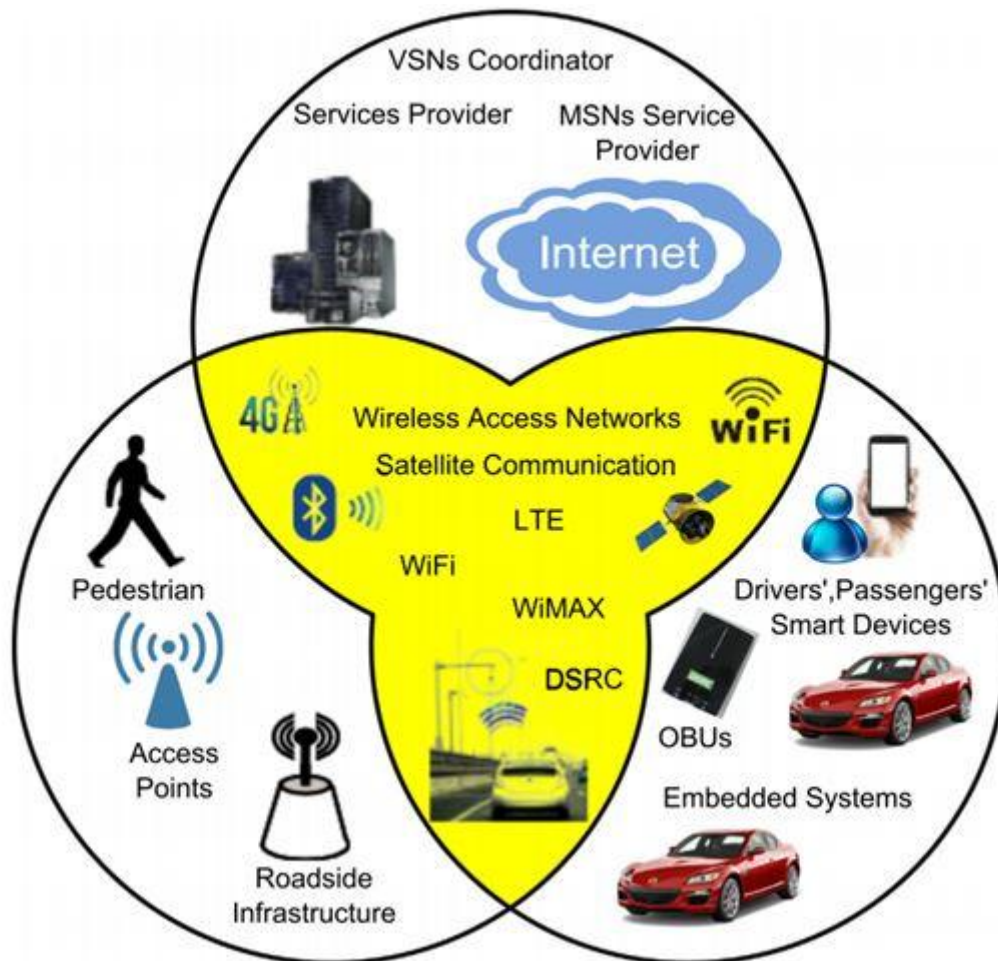


Figure 8. Architecture de communication physique des VSNs [4]

Selon la manière dont les utilisateurs peuvent accéder aux objets de données et les distribuer, les VSNs peuvent être classés en trois types d'architecture: centralisée, distribuée et hybride [4] [43].

3.1. VSNs Centralisés

L'architecture des VSNs, illustrée à la figure 9 [43], part du principe que les utilisateurs doivent continuellement accéder à un serveur centralisé, qui coordonne et gère leurs interactions avec les autres utilisateurs, même lorsque les véhicules sont physiquement proches. Dans une telle architecture, il n'y a pas d'interaction directe entre les véhicules. Les véhicules interagissent directement avec l'infrastructure de soutien, principalement les RSU.

Les relations sociales et le profil personnel de chaque utilisateur peuvent être considérés comme relativement stables (c'est-à-dire conservés sur le serveur central) à moins que les utilisateurs VSN ne mettent à jour leurs profils et intérêts ou leurs liens d'amitié au fil du temps.

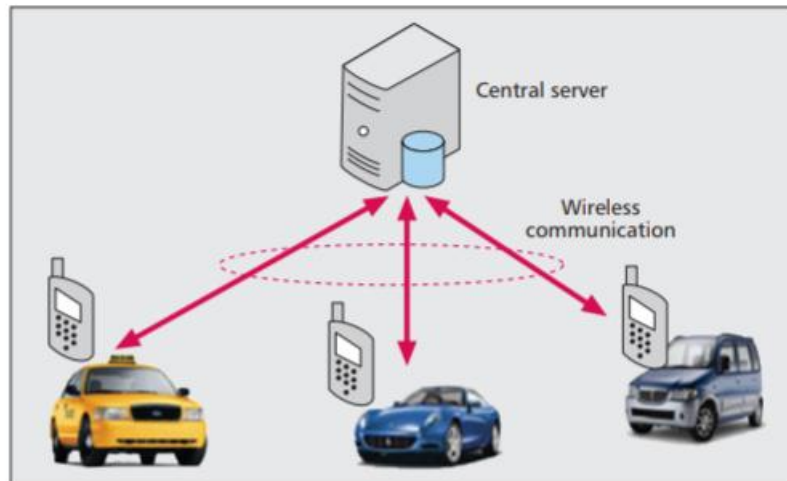


Figure 9. VSN centralisé [43]

3.2. VSNs distribués (décentralisés)

Les VSNs distribués comme le montre la figure 10 [43], inclut les réseaux sociaux uniquement activés par un contact opportuniste de véhicule à véhicule (V2V). Ce concept permet de tirer parti des communications physiques et virtuelles. La diffusion de contenu dans des VSNs sans infrastructure est une tâche difficile, car elle nécessite la collaboration des utilisateurs sans l'aide d'une entité centrale.

Lorsque différents nœuds sur la route, partageant des intérêts communs, se trouvent à proximité, ils peuvent établir une communauté temporaire par auto-organisation et partager des objets de données. Ensuite, la communauté peut être dissoute une fois le processus de diffusion terminé.

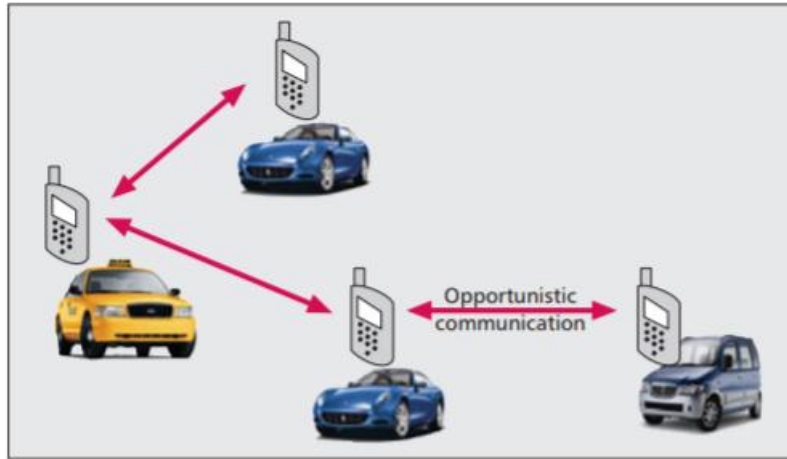


Figure 10. VSNs distribués [43]

3.3. Une architecture hybride

Comprend les communications V2I et V2V. Les RSU spécialement conçues pour les réseaux de véhicules ne sont pas souvent déployées en raison du coût excessif de leur déploiement [4].

Ainsi, de nos jours, plusieurs applications réseau véhiculaires sont basées sur des réseaux cellulaires en raison du manque de RSU. Au-delà de la sécurité routière, de nombreux services axés sur l'utilisateur sont en train d'apparaître pour les systèmes de communication véhiculaires.

4. Applications

Cette section présente les différentes applications possibles des VSNs. Il est perçu que cette combinaison de réseaux sociaux et les réseaux véhiculaires, sous la forme VSN, peuvent aider à améliorer l'efficacité et la performance des systèmes de communication. Par conséquent, il est prévu que le concept de VSN peut être largement utilisé pour améliorer la communication des navetteurs le long des routes pour différentes applications. Ces applications peuvent être largement classées en quatre catégories basées sur la sécurité, sur les commodités, sur le confort, et sur le divertissement.

4.1. Applications basées sur la sécurité

Les applications basées sur la sécurité ont une grande importance et sont principalement utilisées pour améliorer la sécurité sur les routes afin de réduire la probabilité d'accidents de la circulation. Ces applications peuvent assurer le partage d'informations telles que la position du véhicule, la vitesse, la direction, le cap et la position de collision calculée pour éviter de tels accidents. Ces informations peuvent être partagées entre les véhicules ou les RSUs. Les applications basées sur la sécurité sont sensibles aux délais car les conducteurs doivent être avertis rapidement pour éviter les accidents.

4.2. Applications basées sur les commodités

Les applications basées sur la commodité aident principalement à améliorer la circulation, à éviter les embouteillages et à réduire le temps de trajet des navetteurs.

Certains projets de communication inter-véhiculaire se sont concentrés sur l'amélioration de l'assistance et de la coordination des transports en termes de systèmes de navigation embarqués, de contrôle des flux de trafic, les navetteurs sur la route peuvent former une communauté virtuelle pour partager des informations de trafic en temps réel avec les utilisateurs d'intérêts mutuels, qui peuvent être exploités pour sélectionner ou modifier l'itinéraire afin d'éviter les embouteillages.

4.3. Applications basées sur le confort

Les applications basées sur le confort permettent aux usagers de communiquer avec d'autres navetteurs ou avec des hébergeurs sur Internet afin d'améliorer le confort des navetteurs. Par exemple, les VSNs fournissent une connectivité Internet aux navetteurs le long des routes afin qu'ils puissent accéder à d'autres réseaux pour partager et télécharger des informations. Ces capacités de communication peuvent être utilisées pour améliorer le confort des navetteurs grâce à un large éventail d'applications, notamment le paiement de péages pour les ponts et les routes, les paiements de

stationnement, les espaces de stationnement, trouver des stations-service et des centres de loisirs le long de leurs trajectoires.

4.4. Applications basées sur le divertissement

Les applications basées sur le divertissement facilitent le travail des navetteurs en partageant / téléchargeant de la musique, des vidéos, des photos ou des jeux. La diffusion de données socialement conscientes, le partage ou le téléchargement de données dépendantes de la localisation dans divers réseaux de numéros de série faciliteront l'accès aux diverses informations disponibles, telles que les publicités, les contenus multimédias et les installations récréatives. En raison de la congestion routière aux heures de pointe, les navetteurs passent plus de temps que les conditions de circulation normales; dans un tel cas, ces applications de VSN joueront un rôle important pour fournir des sources de divertissement aux navetteurs.

5. Diffusion de contenu dans des réseaux sociaux de véhicules

Du point de vue du traitement de l'information, qui représente la manière dont les approches de diffusion du VSN traitent l'information, la diffusion du VSN est classée en trois parties. La pertinence de l'information est ignorée (c'est-à-dire considérée comme une boîte noire), estimée ou prise à partir des préférences (personnelles) des utilisateurs [43]. Du point de vue de la livraison de contenu, les schémas de diffusion VSN sont classés en fonction de l'utilité ou de l'aveugle. Et du point de vue de la performance, les approches de diffusion de contenu VSN suivent trois caractéristiques principales: le délai de livraison, le rapport de livraison et la bande passante utilisée. Les sous-sections suivantes détaillent chaque catégorie fournissant les approches de diffusion de contenu VSN les plus récentes.

La figure suivante présente la classification proposée.

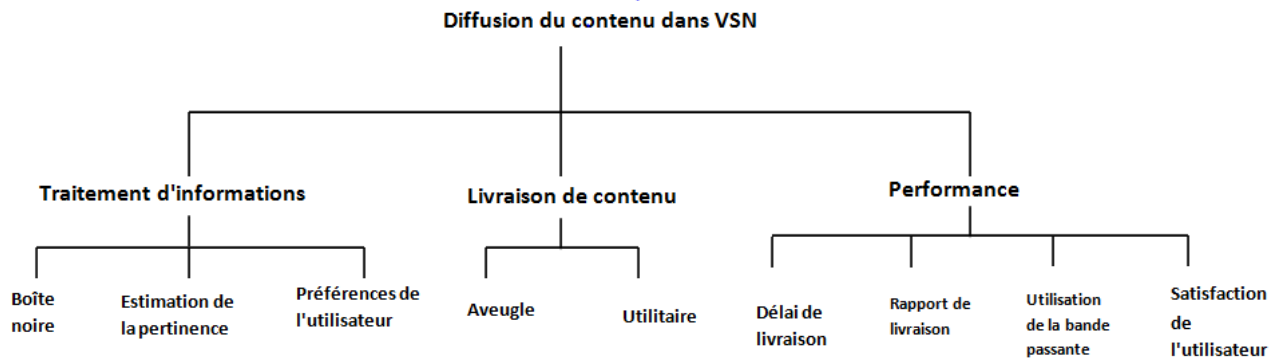


Figure 11. Taxonomie pour la diffusion du contenu dans les VSNs [43]

5.1. Traitement d'informations

Dans la première catégorie, la classification est basée sur la manière dont les approches de diffusion VSN traitent les différents objets de contenu. Il peut être classé en trois types: informations sous forme de boîte noire, estimation de la pertinence des informations pour l'utilisateur ou utilisation des préférences de l'utilisateur.

5.1.1. Informations sous forme de boîte noire

La plupart des travaux empiriques antérieurs dans la littérature ne considèrent pas le sujet des différents contenus dans les VSNs. La pertinence des informations pour les utilisateurs est ignorée, caractérisée uniquement par ses caractéristiques générales telles que la taille et la durée de vie. Par conséquent, lors de la livraison de contenu, tous les véhicules sont considérés comme des cibles. Les applications VSN sont conçues pour le confort et le divertissement des navetteurs. Ainsi, de nos jours, les utilisateurs préfèrent obtenir peu de contenus correspondant davantage à leurs intérêts et apportant plus d'avantages que de recevoir plusieurs contenus pour lesquels ils ne sont guère intéressés.

Il est important de souligner que la diffusion dans les VSNs se caractérise par un contenu informatif. Des contenus différents peuvent correspondre à des intérêts d'utilisateurs différents.

5.1.2. Estimation de la pertinence de l'information

Une nouvelle technique pour estimer la pertinence des données pour les conducteurs. Leur solution identifie et classe le type d'information sur le véhicule afin d'évaluer la pertinence de l'information, puis de décider d'informer le conducteur ou de partager l'information. L'avantage des approches qui évaluent la pertinence des informations est d'éviter l'échange des intérêts des utilisateurs. La principale préoccupation derrière ces approches est que la pertinence de l'information est liée à la direction du véhicule et au type d'information, et non aux intérêts personnels de l'utilisateur du véhicule ((c'est-à-dire que la probabilité qu'un véhicule rencontre un événement augmente à mesure que la pertinence de cet événement augmente). L'estimation de la pertinence des informations n'a aucun sens pour certains types d'informations, telles que la musique, qui sont liées aux intérêts personnels des utilisateurs.

5.1.3. Considérant les préférences de l'utilisateur

Une troisième classe de travail suppose que le contenu est lié au profil personnel de l'utilisateur. Chaque utilisateur définit ses intérêts personnels afin de recevoir un contenu qui l'intéresse. Cette méthode est la mieux adaptée aux intérêts des utilisateurs. Le seul inconvénient est qu'il faut échanger des préférences avant la livraison des données.

5.2. Livraison de contenu

La diffusion de contenu est un défi dans les VSNs en raison de la topologie dynamique et de la connectivité intermittente. Le deuxième groupe de la taxonomie présentée agrège les approches de diffusion de contenu traitant de ces questions. Les algorithmes de diffusion de contenu sont classés en deux types: la livraison en aveugle et la livraison basée sur l'utilité.

5.2.1. Livraison aveugle

Plusieurs algorithmes de diffusion de contenu sont basés sur la diffusion. Le principe sous-jacent est d'utiliser les communications sociales pour améliorer les ressources du réseau. La diffusion basée sur la diffusion aveugle peut être efficace pour les ressources réseau, mais peut ne pas être efficace pour les utilisateurs.

Par exemple, dans les approches basées sur la prestation aveugle, les relations sociales sont utilisées pour accélérer le processus de diffusion, en trouvant les nœuds / liens de transmission appropriés pour accroître l'efficacité de la diffusion et réduire les délais. De plus, il peut limiter l'utilisation de la bande passante en minimisant le nombre de nœuds responsables du transfert. L'interaction entre les nœuds se fait en une seule étape, qui consiste à échanger les données (c'est-à-dire qu'il n'y a pas de découverte de voisin ou d'échange d'intérêts).

Ce schéma utilise les liens sociaux entre les véhicules pour choisir les relais de données les plus appropriés. La livraison aveugle peut être efficace en termes de ressources réseau, mais peut ne pas être efficace pour les navetteurs. L'inconvénient majeur des approches de distribution aveugles est l'ignorance des préférences des utilisateurs. En réalité, les relations sociales sont établies entre des nœuds partageant des intérêts communs.

Par conséquent, les intérêts des utilisateurs constituent un autre critère important à prendre en compte dans le processus de diffusion.

5.2.2. Livraison basée sur les services publics

Le problème posé est la dissémination dans les VSNs sous un angle différent. Même si les algorithmes de diffusion de contenu peuvent fournir du contenu rapidement à autant d'utilisateurs que possible, la plupart de ces objets transférés peuvent ne pas être utiles aux utilisateurs et ils sont ignorés.

Par exemple, lors de la réception d'un objet, l'utilisateur décide généralement, selon le sujet, d'utiliser ou d'ignorer l'objet. Les interactions sociales sont utilisées pour partager du contenu entre des utilisateurs ayant des intérêts communs; il est donc probable que l'utilisateur partage les informations qui l'intéressent. La probabilité de partager des informations de moindre intérêt est faible. Cette méthode peut permettre aux utilisateurs de recevoir des données qui les intéressent tout en réduisant la réception d'objets inintéressants.

5.3. Performance

Le troisième groupe de la taxonomie présentée comprend les approches de diffusion VSN qui améliorent les performances de diffusion du contenu en fonction d'une caractéristique. Ces approches sont classées en trois groupes, en fonction du délai de livraison des mesures de performance utilisées, du taux de livraison et de l'utilisation de la bande passante.

5.3.1. Délai de livraison

Cela fait référence au délai de réception d'un message à la destination. Le délai de livraison est la principale contrainte pour certaines applications, telles que la sécurité, le trafic et les informations, dont la durée de vie est courte. Les informations distribuées ont peu de temps à vivre et doivent donc être livrées aux destinations avant leur expiration. Les applications tolérantes aux délais, telles que les applications de divertissement, ont moins de contraintes sur le délai de livraison. Par exemple, les informations sur une station-service ou la musique ont une durée de vie illimitée ou longue; donc, un délai de livraison court est apprécié mais pas obligatoire.

5.3.2. Rapport de livraison

Cela représente le rapport entre les objets de données livrés avec succès à des destinations. La principale préoccupation derrière cette approche est qu'elle considère tous les véhicules comme des destinations. Dans les applications de divertissement VSN, les destinations font référence aux nœuds

qui sont intéressés par un objet de données donné. Dans ce cas, les informations sont transmises avec succès aux nœuds intéressés. Les objets livrés à d'autres nœuds sont ignorés.

5.3.3. Utilisation de la bande passante

Cela concerne l'utilisation des ressources du réseau. L'utilisation de la bande passante représente une contrainte majeure: les algorithmes de diffusion doivent utiliser efficacement les ressources du réseau, sans surcharger le système. Surtout dans un réseau dense, un échange excessif de données et / ou de signalisation peut surcharger le réseau.

5.3.4. Satisfaction de l'utilisateur

Cette approche évalue la satisfaction des utilisateurs. En effet, les utilisateurs ont des intérêts différents; ainsi, un algorithme de diffusion efficace doit réduire la réception des objets inutiles. De plus, un utilisateur a des préférences hétérogènes; Par exemple, un véhicule peut être intéressé par des informations sur le trafic plus qu'une notification de station-service.

Par conséquent, le protocole de diffusion devrait être basé sur une méthode efficace pouvant accroître la satisfaction des utilisateurs en fournissant les objets appropriés. Cette fonctionnalité peut ne pas être importante dans les applications de sécurité car ces applications visent à accroître la sécurité pour les conducteurs et ne visent pas à augmenter leur satisfaction.

6. Mobilité des véhicules dans les VSNs

Dans les VSNs, la mobilité des véhicules est limitée aux routes et autoroutes; la mise en réseau des véhicules permet aux passagers et conducteurs d'échanger des informations pour diverses applications (sécurité et non-sécurité) [4]. Comportement humain, gestion du trafic, caractéristiques

sociales, et la routine quotidienne des navetteurs sont quelques-uns des facteurs qui ont un impact important sur la mobilité dans l'environnement véhiculaire.

De plus, les préférences de l'utilisateur influencent grandement le modèle de mobilité. Par exemple, en passant d'une source vers une destination, la sélection de l'itinéraire dépend de la préférence du conducteur, comme l'itinéraire le plus rapide ou l'itinéraire le plus court. De même, l'attractivité sociale des différents lieux et temps sociaux sont les autres facteurs qui affectent la mobilité dans les VSNs.

La modélisation de la mobilité et les applications basées sur la modélisation de la mobilité et trajectoires de véhicules, est classée en trois catégories: la modélisation de mobilité, systèmes de recommandation et découverte et planification d'itinéraire [4].

6.1. Modélisation de mobilité

La modélisation de la mobilité est l'un des problèmes les plus complexes en matière de VSN. Les traces de mobilité ou les informations de mobilité collectées à partir du périphérique embarqué et des périphériques personnels peuvent être utilisées pour prendre en charge différentes applications dans les réseaux virtuels et pour évaluer les performances des différentes applications [4]. L'interaction sociale des nœuds dépend de la densité, du modèle de mobilité, de la connectivité et de la vitesse, éléments clés à prendre en compte pour la modélisation de la mobilité des VSNs. Comme indiqué précédemment, la mobilité des véhicules présente des caractéristiques sociales observées à partir de véritables traces de mobilité des véhicules. Il est donc très important de prendre en compte les caractéristiques sociales possibles de la modélisation de la mobilité dans les réseaux virtuels.

6.2. Systèmes de recommandation

Les applications VSN sont basées sur le réseautage social dans un environnement véhiculaire en tenant compte du comportement humain et des préférences.

Les individus partagent des contenus d'intérêts communs avec un autre individu dans la proximité temporelle et spatiale. Ces applications permettent aux navetteurs de partager du contenu et recommander des amis ou des points d'intérêt potentiels aux navetteurs sur la route.

6.3. Découverte et planification d'itinéraire

La découverte, la planification et la maintenance des routes ont été étudiées de manière approfondie au cours des dernières décennies. La plupart des efforts fait pour découvrir un chemin de la source à la destination sont principalement basés sur l'algorithme de Dijkstra [4].

Cet algorithme est principalement utilisé pour trouver le chemin le plus court de la source à la destination en fonction du poids des bords (segments de route dans les scénarios véhiculaires). Le temps de déplacement ou la distance sont utilisés pour attribuer des poids aux segments de route. Les algorithmes planificateur et hiérarchique sont les algorithmes les plus courants appliqués pour la planification de chemin basé sur l'algorithme de Dijkstra.

7. Défis de la recherche en VSN

7.1. Déploiement

VANET est sur le point d'être déployé alors que MSN est entièrement déployé avec un nombre incroyablement grand d'utilisateurs et continue de croître. Un certain nombre de problèmes ont causé l'impasse dans le déploiement de VANET. Peu de problèmes importants incluent la sécurité, la confidentialité, le matériel et le manque d'infrastructure. Le déploiement de VSN fera face à des problèmes supplémentaires uniques. Par exemple, les investisseurs hésiteront à mettre leur énorme investissement en jeu. Par conséquent, lors de la première phase de déploiement, le matériel traditionnel disponible sur le marché devient pratique. Plus de perspicacité est nécessaire pour contrer ces problèmes au tout début du déploiement de VSN.

7.2. Sécurité de l'échange d'informations

La sécurité de l'échange d'informations est importante dans VANET traditionnel et MSN; Cependant, dans le cas de VSN, l'échange d'informations peut porter atteinte à la vie privée de l'utilisateur.

D'un autre côté, le niveau de confidentialité de l'utilisateur peut être différent dans différentes applications. Par conséquent, les informations de contexte doivent être prises en compte avant de préserver la confidentialité de l'utilisateur et de l'emplacement dans VSN. Il convient également de noter que les mécanismes de révocation varieront d'une application à l'autre dans VSN.

7.3. Confidentialité conditionnelle multi-plates-formes

Le niveau de confidentialité est difficile à généraliser et semble dépendre des applications dans VSN. De plus, la sémantique de la vie privée des utilisateurs est différente dans MSN et VANET.

Par conséquent, les applications multi-plates-formes doivent tenir compte des exigences de confidentialité lors de l'utilisation des données et préserver la confidentialité de l'utilisateur et / ou de l'emplacement en conséquence. Ce phénomène va constituer un défi redoutable pour VSN et nécessitera une enquête approfondie.

7.4. Audit et incitations

La plupart des applications VSN sont de nature coopérative où les données sont collectées grâce à la coopération entre les nœuds. Cependant, le comportement égoïste des nœuds légitimes n'est toujours pas hors de question. Par conséquent, un mécanisme d'incitations sécurisé, efficace et respectueux de la vie privée est essentiel pour stimuler la participation active des nœuds.

7.5. Mobilité vs facteurs sociaux

Dans VANET, la mobilité des véhicules est limitée aux réseaux routiers qui seront probablement exposés à VSN. Alors que dans MSN traditionnel, il n'y a pas de telle restriction (bien que le comportement des utilisateurs soit toujours prévisible). Les données partagées entre VANET et MSN vont certainement aider l'application à se développer et fournir aux consommateurs de meilleurs services, mais peuvent également avoir un impact sur les valeurs sociales des utilisateurs dans les deux réseaux. Par exemple, le profilage, le comportement des utilisateurs et les intérêts sociaux sont susceptibles d'être abusés à la suite d'une telle intégration. Par conséquent, une distinction claire est nécessaire entre les données des utilisateurs sensibles et les données d'application.

7.6. Mise à jour de l'information / désintégration

Avec le temps, la taille des listes et leurs valeurs de confiance augmenteront de façon exponentielle. Un aperçu approfondi est nécessaire pour décider de la fréquence des mises à jour, des listes et des valeurs de confiance. Afin de trouver la fréquence optimale, le scénario de trafic, les statistiques spatiales et temporelles doivent être prises en compte. De plus, les valeurs de confiance calculées ne sont pas permanentes et peuvent changer en fonction du comportement des voisins. Par conséquent, le paramètre de confiance à vie.

La valeur est d'une importance capitale pour garantir l'évolutivité du système de gestion de la confiance. La valeur de confiance doit être valide pendant un certain temps, après quoi les nœuds devront rétablir l'approbation. Déterminer le temps optimal pendant est également un problème ouvert.

8. Gestion de confiance dans VSN

La santé de l'information partagée entre les nœuds de VSN est d'une importance primordiale et ne peut être atteinte par des techniques cryptographiques traditionnelles.

Par conséquent, la gestion de confiance est utilisée pour nous assurer que les informations échangées sont saines et fiables. Compte tenu du fait que la plupart des utilisateurs utilisent le courrier électronique comme moyen de communication, nous utilisons la fréquence des interactions par courrier électronique pour le calcul de la confiance. Afin de calculer la confiance des pairs, les utilisateurs examinent les interactions par e-mail avec les voisins. Si le nœud est dans la liste de confiance du nœud récepteur, alors l'information est susceptible d'être approuvée, sinon il y a un certain nombre d'autres options, par exemple générer une requête sur la valeur de confiance du nœud émetteur et / ou regarder dans les relations sociales de l'expéditeur, et ainsi de suite. Les nœuds maintiennent également leur confiance par les pairs en fonction des interactions personnelles avec les voisins et, si nécessaire, partagent ces informations de confiance avec les voisins. Les utilisateurs calculent également la confiance en fonction de leurs interactions sociales via MSN et, en fonction de l'application, ils calculent l'approbation résultante à partir des valeurs de confiance intermédiaires.

9. Mesures de confiances dans les VSNs

9.1. Confiances directe dans VSN

Les études sur la confiance directe dans MSN révèlent qu'il est possible de calculer ou d'exploiter la confiance directe à partir des similarités et des interactions des conducteurs dans les VSNs [21].

Si le partage d'informations entre véhicules est considéré comme une interaction entre les conducteurs, la confiance dans l'exploitation des données en interaction devient une solution appropriée pour obtenir une confiance directe entre les véhicules. Cependant, les messages ne sont échangés que lorsque deux véhicules présentant un intérêt commun se rencontrent. Des recherches sont donc nécessaires pour étudier comment ces interactions peuvent refléter la confiance entre les véhicules. En outre, par rapport à MSN, le volume de données sur les interactions avec les véhicules pourrait être extrêmement élevé, car les véhicules peuvent potentiellement échanger des messages avec tous les véhicules voisins.

9.2. Confiance indirecte dans VSN

Bien que la similarité et les interactions des véhicules permettent d'obtenir une confiance directe, la confiance indirecte découle des recommandations d'autres véhicules [21].

La confiance indirecte entre un véhicule de confiance et un véhicule dépendant dépend fortement de la force de leur connexion, qui dépend de nombreux facteurs tels que la distance sociale, les forces de connexion et la topologie de réseau social entre eux.

En résumé, un véhicule peut évaluer la confiance directe d'un autre véhicule en fonction de leurs interactions passées et en déduire une confiance indirecte en étudiant leur lien social. Cette approche est différente de celle traditionnelle qui met l'accent sur la sécurisation ou l'authentification de véhicules basés sur l'infrastructure à clé publique (PKI). Bien que l' PKI constitue la première ligne de défense, elle ne garantit que l'identification des véhicules légitimes, mais non la fiabilité des véhicules.

8. Conclusion

Les réseaux VSN, qui constituent un pont entre les réseaux véhiculaires et les réseaux sociaux, ont attiré la communauté des chercheurs en raison de la diversité de ses applications. Les VSNs exploitent les comportements sociaux des nœuds, les rencontres opportunistes entre les navetteurs et les modèles de mobilité pour la diffusion collaborative des données et la mise en réseau socialement responsable le long des routes. Ce nouveau paradigme de communication prend en charge non seulement les systèmes intelligents de contrôle du trafic, mais fournit également une orientation pour les nouveaux modèles commerciaux, les applications novatrices et les services allant des applications liées à la sécurité aux applications liées au divertissement.

Le but de notre projet est d'appliquer la notion du clustering dans les VSNs, pour cela que l'on va aborder dans le prochain chapitre le clustering déjà appliqué pour les VANETs.

Chapitre III

Le clustering dans les VANETs

1. Introduction

La hiérarchisation (ou clustering en anglais) est une technique utilisée pour structurer le réseau en groupes de nœuds, ainsi, améliorer considérablement les performances du réseau. Cette technique est bien adaptée aux VANETs du fait que la dynamique du trafic véhiculaire entraîne la formation de groupes "naturels" aux intersections ou de convois sur autoroute. De plus, les applications orientées transport sont souvent liées à une région donnée équivalente à un cluster géographique. En divisant l'espace, le réseau devient plus facile à gérer et les messages de coordination ne sont plus échangés entre tous les nœuds mais au sein du groupe.

Etant donné que la vitesse des véhicules est élevée dans les VANETs et les changements de topologie sont très fréquents, les schémas hiérarchiques traditionnels ne conviennent pas aux VANETs. Par conséquent, des nouveaux schémas de clustering devraient être conçus spécifiquement pour les VANETs, en fonction de leurs caractéristiques.

Dans ce chapitre, nous allons présenter la hiérarchisation dans les VANETs, citer ses objectifs, présenter les étapes de clustering et terminer avec les techniques de clustering.

2. Clustering ou hiérarchisation dans les VANETs

La hiérarchisation dans VANETs consiste à regrouper les véhicules (nœuds) en clusters. Ce regroupement est effectué selon des exigences d'application spéciales afin de fournir un réseau facilement gérable. Donc, les nœuds sont comparés les uns aux autres, tel que les nœuds les plus similaires, en fonction de leurs motifs de mouvement, sont sélectionnés pour rejoindre le même cluster. Les critères de comparaison entre les nœuds sont définis en fonction des exigences de l'application du protocole. Dans ce qui suit, nous allons d'abord présenter les entités hiérarchiques ainsi que la procédure générale par laquelle il faut passer pour concevoir un algorithme hiérarchique.

3. Entités d'hierarchisation

L'organisation des nœuds dans les clusters est très importante afin d'assurer un bon acheminement des données, les entités principales d'un cluster sont : la tête de cluster (Cluster Head : CH), les membres de cluster (Cluster Member : CM), et les nœuds de passerelle (Gateway node : GW). Ces entités sont illustrées sur la figure ci-dessous et définies par la suite.

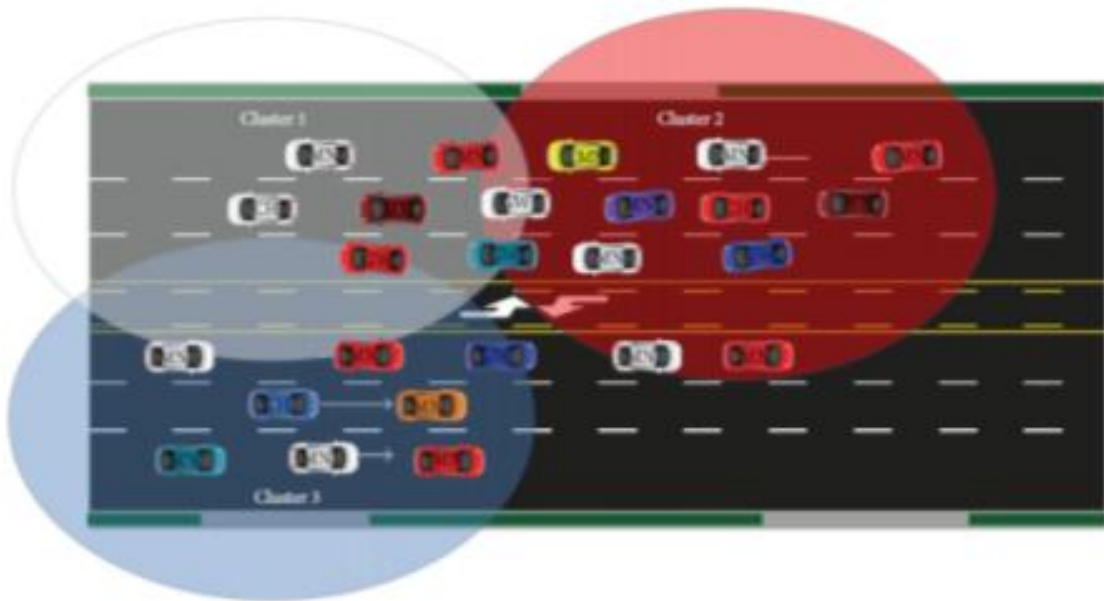


Figure 12. Exemple de l'entité d'hierarchisation [30]

- **Chef de cluster (CH)** : la tête de cluster, dite CH ou Cluster Header, est responsable de la gestion de cluster et de la communication avec d'autres clusters ou infrastructures du réseau. Le CH est, également, responsable du relais d'informations entre les nœuds du même cluster ou des nœuds de clusters différents.
- **Membre de cluster (CM)** : les CM (Cluster member) sont les nœuds qui rejoignent un cluster en fonction de leurs caractéristiques et de leurs similitudes. Ces nœuds sont responsables d'envoyer leurs informations et données basées sur l'application, au nœud leader, dans des

intervalles de temps spécifiques. Les CM d'un cluster ne sont pas censés communiquer avec CMs ou CHs d'autres clusters.

- **Nœuds de passerelle (GW)** : les nœuds GW (Gateway nodes) sont les nœuds partagés entre deux clusters. Ces nœuds peuvent contribuer à la communication entre deux clusters en jouant le rôle d'intermédiaires ou de relais.

4. Objectif de la hiérarchisation dans les VANETs

- Quand le CH reçoit des messages des nœuds membres de son cluster, il agrège ces messages. Ainsi les autres nœuds hors zone de cluster ne recevront que le message agrégé au lieu de recevoir tous les messages de chaque nœud séparément. Cette méthode est utile pour envoyer des messages de sécurité dans les VANETs.
- La méthode de cluster aide à diviser le réseau en segments plus petits, plus faciles à gérer.
- La prise en charge de la connectivité réseau variable, causée par la rupture des liens et les variations de densité.
- La diminution de la contention et les problèmes de terminal cachés.
- Le traitement de la topologie dynamique des VANETs et l'adaptation aux changements de topologie rapides.
- Introduire des structures stables dans un environnement très instable, car les clusters sont formés en tenant compte de la dynamique et du déplacement particuliers des véhicules, ainsi que leur sens de déplacement et leur vitesse.
- Améliorer la livraison des messages et optimiser les coûts de transmission.

- Utilisation correcte de la bande passante du réseau car seules les têtes de cluster participent au processus de routage, et les membres interagissent uniquement avec le CH de leur cluster, ce qui évite l'échange inutile de messages entre les nœuds du même cluster.

5. Etapes de Clustering

Une série de procédures fondamentales interviennent pour concevoir un algorithme hiérarchique convenable aux VANETs. Ces procédures peuvent être répétées en fonction des règles de l'algorithme et de la dynamique de mobilité du réseau [20].

Le flux procédural général d'un algorithme de clustering est illustré à la Figure 13.

NB : Il existe des variations sur cette méthode, mais chaque algorithme de cette enquête suit ce flux conceptuel.

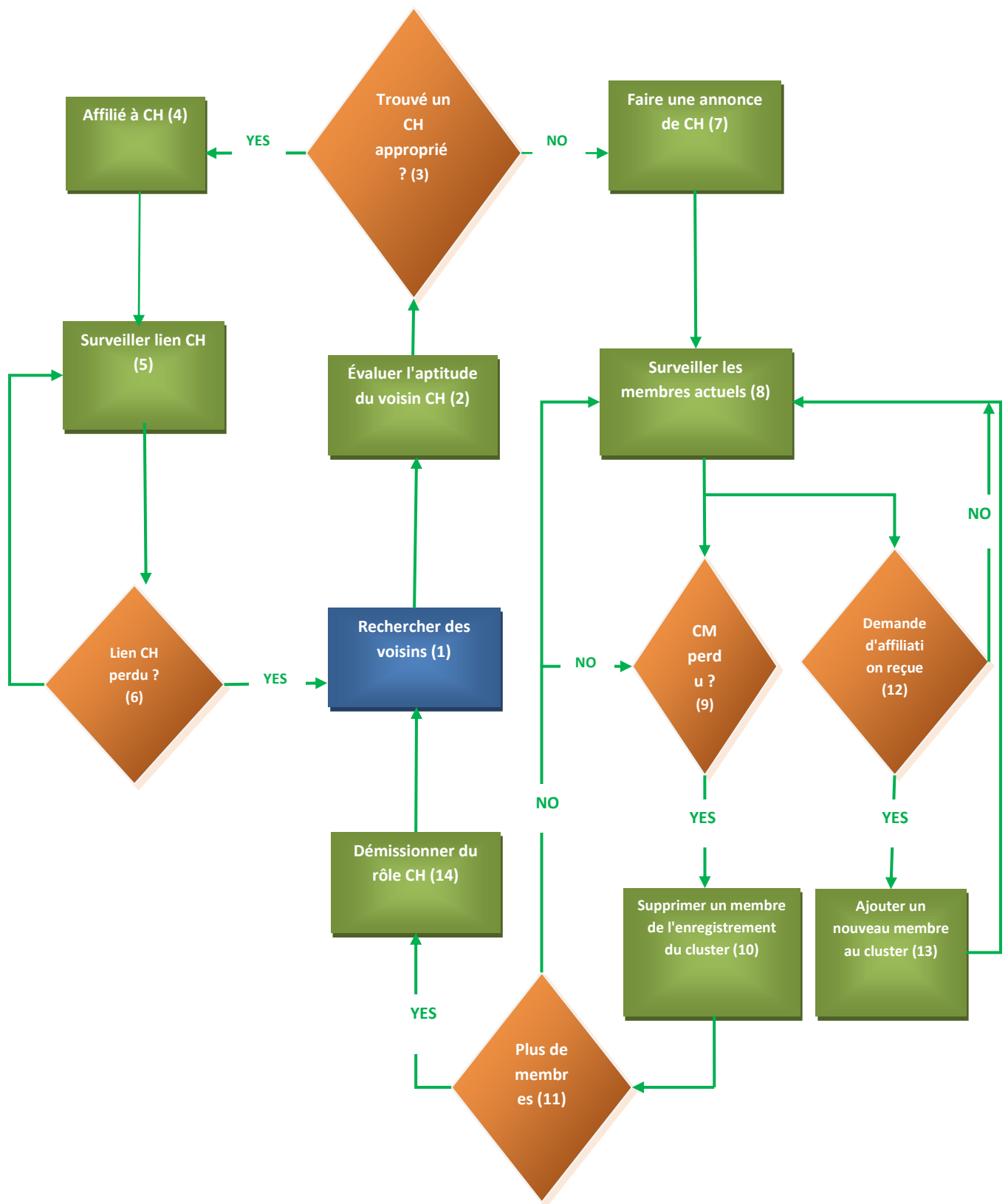


Figure 13. Le flux de base d'un algorithme de clustering [20]

Les nœuds participant ou souhaitant participer à un cluster exécutent généralement tout ou partie des étapes décrites ci-dessous :

- **Etape 01 : Découverte des nœuds voisins [30] [20]**

Lorsqu'un véhicule rejoint initialement le réseau routier et décide de participer à un VANET, son système de communication s'active et le nœud est considéré comme entré dans un réseau, initialement lui-même en tant que membre. Un nœud commence par annoncer son existence à ses voisins via une diffusion périodique, tout en recevant simultanément des informations similaires auprès de ses voisins (1), soit passivement en écoutant des émissions, soit activement via des demandes de sollicitation de voisins. Toutes ces informations échangées entre les nœuds sont stockées dans une table de voisinage pour être utilisées par l'algorithme de clustering par la suite.

- **Etape 02 : Sélection du chef de groupe [30] [20]**

Après avoir rassemblé les différentes informations échangées lors de la première phase (découverte de voisins), un nœud examine ensuite la table de voisinage pour trouver un nœud approprié pour agir en tant que CH (2). Pendant ce processus, un nœud évaluera également sa propre aptitude à être un CH. Si le CH choisi se trouve dans la table des voisins (3), un nœud passera à l'étape 03; sinon, si le nœud lui-même est le mieux adapté pour être CH, il passera à l'étape 04.

- **Etape 03 : Affiliation [30] [20]**

Le nœud contactera le voisin qu'il a déterminé être le CH optimal de sa propre perspective et tentera de devenir membre de ce cluster (4). Certains algorithmes peuvent exiger que le destinataire soit déjà un CH établi, tandis que d'autres peuvent permettre au destinataire d'être un membre du cluster non répertorié ou régulier. Il peut y avoir une étape supplémentaire où un accusé de réception positif ou négatif de la demande d'affiliation est renvoyé au nœud de jonction, éventuellement suivi d'une étape d'authentification dans le cas d'algorithmes ciblés sur des applications sensibles à la sécurité. Une fois qu'un nœud est devenu un membre de cluster (12,13), il entrera dans l'étape 05B.

- **Etape 04 : Annonce [30] [20]**

Le nœud, ayant déterminé être le CH le plus approprié, peut alors envoyer un message d'annonce à ses voisins pour commencer le processus de formation et d'affiliation (7). Lorsque le nœud a accumulé des membres du cluster, il passe à l'étape 05A.

- **Etape 05 : Maintenance [30] [20]**

Cette étape est différente selon que le nœud est devenu un CH ou un membre:

- **Etape 05-A : En tant que CH :** Le nœud interroge les membres de son cluster et évalue l'état du cluster (8). Plusieurs algorithmes ont des processus de maintenance en plusieurs étapes qui permettent aux clusters de changer de tête, de fusionner avec les clusters voisins et de suivre les liens perdus vers les membres (9,10). Un certain nombre d'événements peuvent changer l'état du cluster: si un CH perd tous ses membres (11), le cluster est réputé être mort (14) et le nœud revient à l'étape 01. Alternativement, un cluster peut fusionner avec un autre, et le CH du cluster le plus petit peut devenir un membre ordinaire du nouveau cluster plus grand. Cela est courant dans les algorithmes qui mettent l'accent sur la création de grands clusters pour une couverture accrue. Dans ce cas, le nœud ira à l'étape 05B.
- **Etape 05-B : En tant que CM:** Le nœud évaluera périodiquement son lien vers son CH (5), soit en attendant une trame de sondage du canal CH, soit en envoyant activement des messages "vivants". Si le lien du nœud vers son CH échoue (6), il retournera à l'étape 01. Si le nœud reçoit une demande d'affiliation d'un nœud non mis en cluster, il peut se retirer de son cluster parent pour devenir un CH et passer à l'étape 05A; ou, dans le cas d'algorithmes hiérarchiques, il peut passer à un état combiné où il est en tête d'un cluster imbriqué. Dans ce cas, il peut effectuer les étapes 05B et 05A simultanément.

Ces étapes sont communes à tous les algorithmes de clustering pour les MANETs et les VANETs. La principale différence entre les algorithmes pour les deux classes de réseau réside dans les méthodes de sélection du CH.

Les algorithmes de clustering spécifiques à VANET sont conscients des restrictions sur le mouvement des nœuds imposées par le réseau routier et du comportement normal du trafic, et utilisent donc des informations telles que les métriques de mobilité et la structure des voies sur une route.

6. Technique de Clustering dans les VANETs

6.1. Clustering traditionnel

Cette technique se base sur la fonction des nœuds dans VANET. On distingue deux types différents :

6.1.1. Clustering actif

Dans le cas des protocoles de clustering actifs, il existe des mises à jour périodiques des informations de clustering qui se font dans les tables de routage locales. Les protocoles de cette classe se différencient les uns des autres en utilisant de différentes techniques de clustering décrites ci-dessous.

- **Clustering basé sur le voisinage** : les clusters sont formées en fonction des paramètres de réseau détecté par le voisinage ou des véhicules ayant reçu le message hello.
- **Clustering basé sur la mobilité** : cette technique minimise la mobilité relative, ainsi que la distance de chaque CH aux membres de cluster et tente ainsi d'améliorer la convergence et la dynamique du cluster.

- **Clustering basé sur la densité** : permettent des connexions solides entre les CM et une faible variation du nombre de changements de CH, en améliorant la stabilité du cluster.
- **Clustering dynamique** : forme une structure de cluster basée sur la dynamique des nœuds, comme les modèles de mobilité, la vitesse et la densité.

6.1.2. Clustering passif

La structure d'un cluster est construite passivement par le mécanisme de clustering passif. Chaque nœud dans un cluster possède un état externe ou interne, qui accompagne l'état de paquet de données en cours. Dans le clustering passif l'état des frais généraux de contrôle sont réduits tout en construisant et en maintenant les clusters.

6.2. Clustering prédictif

Dans le clustering prédictif, la structure du cluster est déterminée par la position géographique actuelle des véhicules et son comportement futur. Cette information sur le trafic des véhicules aide à associer les priorités, ce qui contribue à la formation des clusters.

La position future et les destinations destinées aux véhicules ont été utilisées dans la littérature pour former des clusters dans les VANETs. Certains des protocoles de clustering sont classés à base de position, de destination et de voie comme suit :

6.2.1. Clustering basé sur la position

Dans cette technique, la formation des clusters se fait sur la base de la position géographique du véhicule et du CH. Étant donné que les protocoles dédiés à cette sous classe reposent principalement

sur la position du véhicule, la gamme de valeurs pour la densité de véhicule et la vitesse du véhicule présente une variation pour chaque protocole.

6.2.2. Clustering basé sur la destination

La technique tient compte de la position actuelle, de la vitesse, de la destination relative et finale du véhicule pour la formation des clusters. En utilisant le système de navigation, la destination est déjà connue. Afin de maintenir le processus de clustering stable, la fréquence des changements de cluster est minimisée car un véhicule ne quitte un cluster que lorsqu'il rencontre un CH dont la destination est plus similaire par rapport à la destination du CH courant.

6.2.3. Clustering basé sur la voie

Les algorithmes de clustering basés sur la voie utilisent la disponibilité de l'information de voie pour sélectionner des clusters stables. Les frais généraux de transmission des algorithmes dédiés à cette sous classe sont également raisonnables, en raison d'un petit nombre de retransmissions de messages diffusés car le clustering n'est effectué que dans les intersections de voie. Ces algorithmes affichent également une efficacité de transmission améliorée en raison d'une meilleure accessibilité de la diffusion et d'une bonne durée de vie du CH, lorsque les véhicules dans la même voie se déplacent avec une vitesse relative presque constante qui entraîne une dynamique de cluster très stable.

6.3. Clustering basé sur Back-bone

Cette technique de clustering est basée sur la formation d'un réseau de base pour la communication en cluster. Ce réseau effectue ensuite la communication et aide les élections des CHs parmi les membres du cluster. L'une des techniques de clustering basées sur les back-bones décrite comme suite :

6.3.1. Clustering en k-saut

Dans le cluster multi-saut ou k-saut, la structure du cluster est contrôlée par la distance du saut. Chaque cluster possède l'un de ses nœuds en tant que CH. Les distances entre un CH et les membres du cluster se situent dans un nombre maximal prédéterminé de sauts, qui peuvent être un ou plusieurs sauts. Ce schéma de clustering offre les avantages d'une meilleure stabilité des clusters, ainsi que d'une faible dynamique de cluster, et peut être attribuée à la variation réduite de la durée de vie du CH et du cluster.

6.4. Clustering basé sur MAC

Plusieurs techniques de clustering basées sur le contrôle d'accès au support (Medium Access Control : MAC) ont été proposées pour la formation de clusters dans les VANETs. Parmi les protocoles populaires basés sur MAC, on cite : clustering MAC basé sur IEEE 802.11, clustering basé sur TDMA et clustering basé sur SDMA.

6.4.1. Clustering MAC basé sur IEEE 802.11

Les protocoles basés sur MAC ont augmenté le pourcentage de collisions et le délai moyen de livraison des messages, ce qui entraîne une transmission moins efficace et des frais généraux de transmission de messages élevés en raison d'une contention des canaux qui augmente à cause de nombre ou la vitesse des véhicules. Plusieurs de ces méthodes basées sur IEEE 802.11 dont on identifie la distance de livraison de messages et la densité des véhicules comme deux facteurs principaux pour un tel comportement basé sur un modèle de trafic bidirectionnel de véhicule. La prise en compte du trafic bidirectionnel affecte également le temps de connexion du cluster et entraîne une convergence de cluster plus faible. Toutefois, dans ces protocoles, le pourcentage de collisions et les frais généraux de la transmission des messages de sécurité diminuent en réduisant la contention des canaux de transmission pour obtenir une livraison rapide et fiable des messages de sécurité.

6.4.2. Clustering basé sur TDMA

Le processus d'attribution fonctionne selon un temps prédéfini en utilisant la technique TDMA, tels qu'un intervalle de temps est effectué pour chaque CM pour la transmission de données. L'accès au support dans un cluster est basé sur TDMA qui est principalement utilisé pour optimiser la communication. Les protocoles dédiés à cette sous classe réduisent les collisions intra-cluster ainsi que la perte de paquets par rapport aux protocoles de clustering traditionnels et offrent ainsi une équité dans le partage du support sans fil pour les VANETs. Cela montre que les algorithmes TDMA offrent une meilleure efficacité de transmission pour la maintenance du cluster, ce qui améliore le débit global de la communication inter-cluster et intra-cluster.

6.4.3. Clustering basé sur SDMA

Dans les protocoles basés sur l'accès multiple par répartition spatiale (Spatial Division Multiple Access : SDMA), la route est subdivisée en segments de longueur fixe et un segment est de nouveau divisé en un nombre fixe de blocs. Chaque bloc reçoit un intervalle de temps, qui représente le temps alloué pour qu'un véhicule transmette des données. Dans SDMA, la performance diminue proportionnellement avec la densité et conduit à une performance insuffisante dans des réseaux clairsemés où les nœuds sont éloignés les uns des autres.

6.5. Clustering hybride

Les techniques de clustering hybride combinent deux ou plusieurs techniques existantes telles que l'utilisation de l'intelligence artificielle, la logique floue etc. Voici quelques techniques utilisées dans cette classe de clustering :

6.5.1. Clustering décentralisé coopératif

Grâce à diverses technologies sans fil, les systèmes coopératifs peuvent utiliser des nouvelles stratégies décentralisées pour un système de surveillance du trafic omniprésent et rentable. Dans ce clustering nous utilisons la technique de QuickSilver qui permet d'utiliser efficacement les ressources disponibles afin de garantir qu'aucune concurrence nuisible n'a lieu pour la bande passante du canal. QuickSilver utilise deux interfaces radio qui permettent aux véhicules de maintenir leur connectivité intra-cluster et leurs opportunités de contacts inter-cluster simultanément.

6.5.2. Clustering hybride basé sur le comportement du conducteur

Les protocoles de clustering hybride basés sur le comportement du conducteur améliorent l'efficacité de clustering en termes de durée de vie du cluster dont les conducteurs de véhicules ont les mêmes intérêts, cela mène à une bonne stabilité du cluster.

L'efficacité de transmission pour ces protocoles est également comparable à d'autres schémas de clustering, mais ceux-ci peuvent avoir généré des valeurs inférieures de la vitesse et de la densité du véhicule. Cela se traduit également, par une répartition satisfaisante de la transmission et de la dynamique des clusters qui peut cependant ne pas se produire, si des conditions de véhicules réalistes sont prises en considération. La convergence de cluster et le temps de connexion au cluster ont également besoin d'autres recherches. Malgré que ces protocoles fournissent une stabilité adéquate en termes de durée de vie des clusters de mêmes intérêts, ils doivent également être analysés plus en détail à partir de plusieurs autres paramètres pour considérer leur adéquation dans les environnements de véhicules.

6.6. Clustering basé sur la sécurité

Les VANETs peuvent supporter les applications et les services pour la sécurité et le confort des passagers sur la route et aider à améliorer l'efficacité du réseau de transport routier. Cependant, de nombreux problèmes sérieux restent à résoudre avant qu'une technologie VANET efficace et sécurisée ne soit disponible. L'un de ces défis est une authentification efficace des messages utilisant des

techniques cryptographiques. Les solutions pour le cluster sécurisé dans les VANETs nécessitent des algorithmes de clustering efficaces en termes de complexité, de scalabilité, de disponibilité et de capacité de portée.

6.6.1. Clustering d'authentification

Plusieurs algorithmes basés sur l'infrastructure à clé publique (Public Key Infrastructure : PKI) ont été proposés dans la littérature, pour permettre la sécurité des communications dans les environnements de véhicules. Ceux-ci sont basés sur un tiers de confiance appelé autorité de certification (Certificate Authority : CA) qui est responsable de la certification des clés publiques des véhicules.

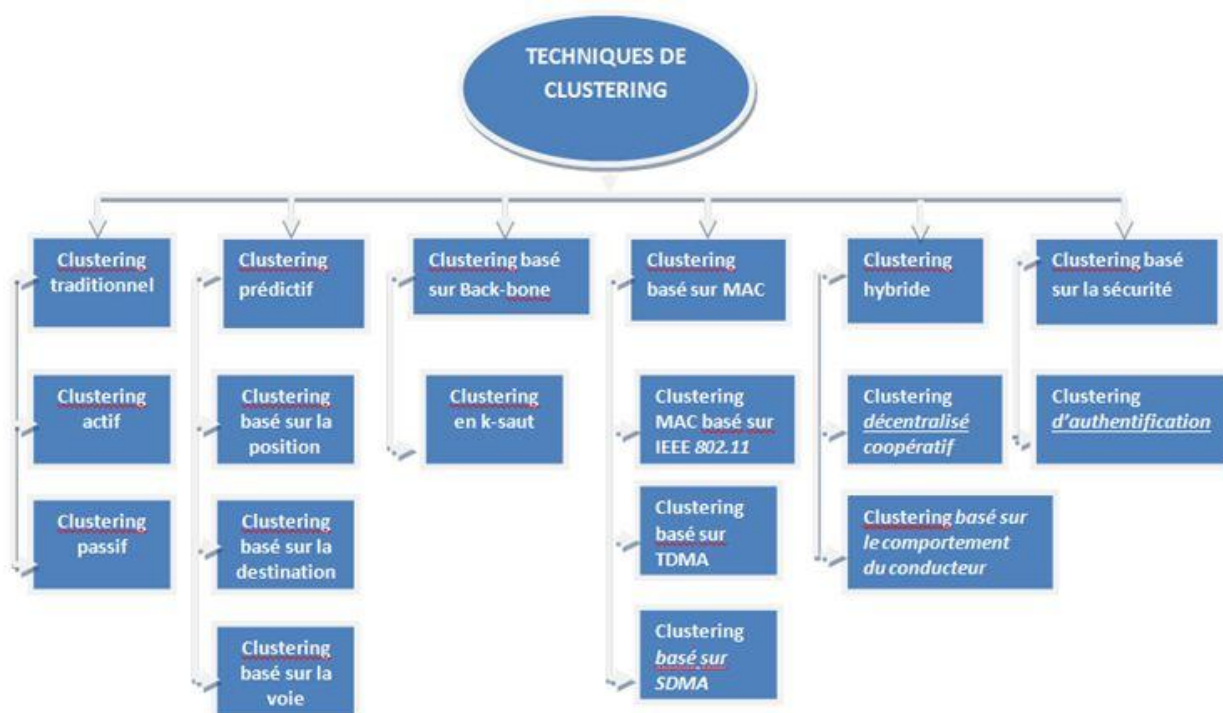


Figure 14. Technique de Clustering dans les VANETs [34]

7. Conclusion

L'organisation en clusters est bien adaptée aux VANET. Cependant, les VANETs sont des réseaux fortement dynamiques et la hiérarchisation du réseau doit se conformer aux critères représentatifs du comportement spatial et temporel des véhicules en mouvement. L'objectif est d'introduire des structures stables dans un système globalement instable. La stabilité de la structure des clusters permet de garantir la stabilité des routes et donc réduire le coût de leur maintenance et améliorer les performances du réseau.

Dans ce chapitre, nous avons étudié la technique de clustering dans les VANETs quand va utiliser pour concevoir un algorithme de clustering dans les VSN en appliquant toutes les caractéristiques de ce dernier. C'est le sujet du chapitre suivant.

Chapitre IV

Conception d'un algorithme de clustering dans les VSNs

1. Introduction

Sur les autoroutes, les véhicules ont généralement tendance à se déplacer en groupes. Les camions sur les autoroutes, par exemple, conduisent généralement dans la voie la plus à droite et à une vitesse inférieure à celle des autres véhicules. Les voitures se déplacent plus rapidement et certaines voitures se déplacent beaucoup plus rapidement que la plupart des véhicules.

Plusieurs études et taxinomies de clustering dans les VANETs ont été définies en tenant en compte les caractéristiques et l'environnement de ce dernier. Dans notre travail, on va proposer un algorithme de clustering dans les VSNs.

Notre objectif est d'introduire le concept de clustering dans les VSNs. Comme nous l'avons déjà dit, l'interaction des nœuds basée sur le comportement humain, les intérêts communs et les similitudes peut être de nature à améliorer les performances des systèmes mobiles. Parmi les facteurs ayant un impact important sur la communication des VSNs, citons la mobilité humaine, les préférences des utilisateurs, l'égoïsme des nœuds, les restrictions de mobilité, l'intensité du trafic et la topologie de réseau dynamique; pour n'en citer que quelques-uns. Les facteurs humains, qui ne peuvent être ignorés dans l'environnement véhiculaire, jouent un rôle essentiel dans la réalisation des VSNs. Tous ces facteurs doivent être pris en considération dans le clustering des VSNs.

Avant de passer au déroulement de l'algorithme, nous examinons brièvement la vue du trafic utilisée pour déterminer la densité des véhicules et le modèle de réseau.

2. Vue du trafic

Les informations sur la circulation sont plus susceptibles d'influer sur les décisions des conducteurs quand un véhicule est situé dans la zone immédiate ou s'il est susceptible d'entrer dans cette zone. Afin de maximiser le gain d'information dans le réseau, tout en maintenant la consommation des ressources du réseau à son niveau minimal, les informations sur le trafic ne devraient être transmises à un véhicule que si ce véhicule est probablement en route. Pour calculer la densité des véhicules dans une zone, nous pouvons utiliser la vue du trafic, qui est un système de diffusion et de visualisation des données de trafic dans les réseaux ad-hoc de véhicules. L'objectif de la vue du trafic est de fournir des mises à jour continues aux véhicules sur les conditions de circulation. Ces mises à

jour peuvent aider les conducteurs à planifier leurs itinéraires et à conduire dans des conditions météorologiques indésirables lorsque la visibilité est faible. Dans la vue du trafic utilisant une carte routière stockée, les positions relatives des véhicules sont calculées en mappant les coordonnées de latitude et de longitude du véhicule aux points de la route sur laquelle le véhicule circule.

3. Modèle de réseau, définitions et hypothèses

Nous utilisons un modèle de réseau et de canal simplifié, qui capture les fonctionnalités VSN pertinentes. Les paquets de données sont stockés dans une file d'attente de paquets sur la couche réseau avant transmission. Le véhicule *V* représente un certain véhicule qui se déplace en réseau. Nous faisons les hypothèses suivantes dans VSN:

- Les véhicules du réseau VSN peuvent être divisés en trois catégories:
 - 1) **Véhicules honnêtes:** véhicule ayant un comportement normal, le véhicule transmet les messages correctement ou génère des messages corrects.
 - 2) **Véhicules anormaux:** les véhicules anormaux sont des véhicules qui manquent ou échouent des paquets et propagent également de faux messages sur le réseau (par exemple, de fausses informations sur le trafic, les positions, etc.) pour un nombre de fois limité.
 - 3) **Véhicules malveillants:** Si le comportement anormal du véhicule *V* est répété, le véhicule *V* sera appelé véhicule malveillant.
- Toutes les transmissions sont omnidirectionnelles.
- Les véhicules de VANET se déplacent sur une autoroute à deux bandes et chaque bande a trois lignes.
- Une ou plusieurs applications peuvent être actives dans un véhicule. Les applications sont supposées être indépendantes les unes des autres, c'est-à-dire que les données détectées par différentes applications ne sont pas corrélées. De plus, tous les véhicules utilisent constamment le même mode physique pour transmettre et recevoir des données.
- Chaque véhicule a un système de vue de la circulation. En utilisant l'état de la circulation sur les routes et des informations sur les autres véhicules (par exemple leur emplacement), chaque

véhicule peut estimer le trafic autour de lui, par le biais du modèle de la moyenne et de l'écart type.

- La densité du véhicule est supposée être normalisée.
- Afin de transmettre efficacement les données, une combinaison de transmission de données de diffusion et d'approches de stockage et de retransmission est utilisée.
- L'authentification par certificat (CA) est un tiers de confiance qui gère les identités, les clés de cryptographie et les informations d'identification des véhicules situés dans sa région. Le nombre de CA, d'infrastructures routières et leurs emplacements sont déterminés par les concepteurs de réseau. Pour un réseau à grande échelle, le concepteur de réseau peut choisir davantage de CA et de RSU pour couvrir une région donnée.

4. Algorithme de clustering dans les VSNs

Nous proposons un algorithme qui permet de prolonger la durée de vie des clusters et de réduire le temps de reclustering tout en assurant l'élection du véhicule le plus confiant comme CH.

Dans les méthodes de regroupement, les clusters ne devraient pas être élus très grands ou très petits. En effet, dans un très grand cluster, le trafic des messages transmis des membres vers leur cluster est augmenté, et le responsable du groupe ne peut pas envoyer les messages à temps. D'un autre côté, les petits clusters peuvent diminuer la stabilité du réseau car la ré-affiliation du réseau augmente.

Dans notre réseau, un nœud (véhicule) joue l'un des trois rôles suivants:

- **Responsable de cluster (CH)** : Nœud principal d'un cluster et est responsable de coordonner tous les CM dans son cluster.
- **Membre de cluster (CM)** : Nœud qui rejoint le cluster.
- **Nœud de cluster (CN)** : Nœud faisant parti du réseau n'ayant pas encore de rôle.

Notre algorithme comprend deux parties techniques: l'établissement de cluster et la maintenance de cluster. Dans l'établissement de cluster, nous devons identifier le rôle (CH, CM et CN) de chaque nœud du réseau. L'élection des CH est une technique de base. En maintenance de cluster, le reclassement (fusion et division de cluster) doit être effectué pour gérer les effets de la mobilité des

nœuds et de la défaillance des nœuds. L'algorithme doit prendre en charge les mesures de performance telles que la durée de vie du cluster et la surcharge de reclassement.

4.1. Critère d'élection

Notre algorithme utilise la priorité des nœuds comme métrique pour l'élection du CH. Cette métrique correspond au poids et au degré de confiance.

Pour le calcul du poids et du degré de confiance, plusieurs critères doivent être définis :

- Le degré du nœud (véhicule)
- La vitesse relative
- Degré de relation (nœud-voisin)

4.2. Notations utilisées

Le tableau ci-suit contient les notations utilisé dans le déroulement de l'algorithme :

<i>Notation</i>	<i>Description</i>
CM	Cluster Member : véhicule membre d'un cluster
CH	Cluster-Head : chef du groupe
CN	Cluster Node : nœud faisant parti du réseau n'ayant pas encore de rôle
D	Degree of a vehicle: Degré d'un véhicule
D_{max}	Degré maximal des véhicules du réseau
S_v	Speed of vehicle v: Vitesse du véhicule v
S_i	Speed of vehicle i: Vitesse du véhicule i
S_{max}	Maximum speed considered in the network: Vitesse maximale considérée dans le réseau
$\Delta_{S_{v,i}}$	Speed of v compared to all of its neighbors: Vitesse de v par rapport à l'ensemble de ses voisins
R	Relationship Degree between v and its neighbors i. Degré de relation entre v et ses voisin i. Définit de manière aléatoire entre [0-1]
W	Vehicle weight: Poids du véhicule
T	Trust of each neighbor: Confiance de chaque voisin
S	Successfully between v and i: Nombre d'interaction qui se sont déroulés avec succès entre v et i
U	Unseccessfully interactions between v and i: Nombre d'interaction qui ne se sont pas déroulés avec succès entre v et i
P	Priority: Priorité
ChAdvMsg	Message invite neighbors to join his cluster: Message inviter les voisins à rejoindre son cluster
JoinClusterMsg	Message response to join cluster: Message réponse à joindre cluster

Tableau 3. Notations utilisé pour le déroulement de l'algorithme

4.3. Description des étapes de l'algorithme

Etape 1 : Construction des tables de voisinage

Pour chaque véhicule, une table de voisinage doit être déterminée. Pour ce faire, chaque véhicule diffuse des messages hello de façon périodique (chaque seconde) sur le réseau. Chaque message contient un identificateur (ID), une vitesse et une direction du véhicule et une durée de vie. Lorsqu'un véhicule reçoit des messages d'autres véhicules, il vérifie si ce voisin circule dans la même direction que lui. Si c'est le cas il l'ajoute à sa table de voisinage sinon il ignore le message.

Si le véhicule V ne peut trouver aucun voisinage dans sa portée de transmission, il se présente comme une tête de grappe. Un cluster avec un véhicule réduit la connectivité dans le réseau. Pour éviter cet événement, le véhicule V peut augmenter sa portée de transmission pour trouver des voisins appropriés. À cette fin, le véhicule V augmente sa portée de transmission de manière dynamique en fonction de la densité des véhicules. La plupart du temps, la table de voisinage du véhicule V n'est pas vide car il y a au moins un voisin dans sa nouvelle plage de transmission. Notez que cela est vrai quand il y a au moins un véhicule dans la nouvelle plage de transmission. Sinon, la table de voisinage peut rester vide.

Etape 2 : Calcul du degré

Après la construction de la table de voisinage, chaque véhicule v calcule son degré qui représente les véhicules qui sont dans sa portée de transmission. Le degré d'un véhicule v est calculé comme suit:

Si $(\text{distance}(v,i) < \text{seuil})$ alors :

$$D = D + 1 \quad (1)$$

Où :

i appartient à l'ensemble des voisins de v .

Ainsi, on normalise le degré d'un véhicule comme suit :

$$D_n = \frac{D}{D_{max}} \quad (2)$$

Etape 3 : Calcul de la vitesse relative

La vitesse relative entre deux véhicules est considérée comme la caractéristique variable de VSN. En effet, la vitesse est un facteur important pour un véhicule et tout changement de vitesse peut entraîner un changement de position, un changement de degré et un changement de cluster.

Le véhicule ayant une vitesse proche de celle de ses voisins a une plus grande priorité de devenir CH, car c'est le plus probable pour rester le plus longtemps dans son cluster.

Chaque véhicule v calcule sa vitesse relative par rapport à chaque voisin i comme suit :

$$R_{S_{v,i}} = \frac{|S_v - S_i|}{S_{max}} \quad (3)$$

Où :

S_v Représente la vitesse du véhicule v .

S_i Représente la vitesse du véhicule i .

S_{max} Représente la vitesse maximale considérée dans le réseau.

Ainsi, on définit la vitesse de v par rapport à l'ensemble de ses voisins comme suit :

$$\Delta_{S_{v,i}} = \frac{\sum R_{S_{v,i}}}{D} \quad (4)$$

Etape 4 : Génération de R

Le troisième critère à générer pour le calcul du poids est le degré de relation entre v et ses voisin i : R . Ce dernier est défini de manière aléatoire entre $[0 - 1]$.

Etape 5 : Calcul du poids

Le calcul du poids se fait en fonction des paramètres précédemment cités et le diffuse à ses voisins. Le poids est calculé comme suit :

$$W_v = \alpha D + \beta \Delta_{S_{v,i}} + \gamma R \quad (5)$$

Etape 6 : Calcul de la confiance

Après la réception du poids du voisin i , V calcule la confiance T de chaque voisin i en fonction des précédentes interactions comme suit :

$$T = \frac{S+1}{S+U+2} \quad (6)$$

Où

S : représente le nombre d'interaction qui se sont déroulés avec succès entre v et i .

U : représente le nombre d'interaction qui ne se sont pas déroulés avec succès entre v et i .

Etape 7 : Calcul de la priorité

Par la suite V détermine le véhicule ayant la plus grande priorité pour devenir CH en calculant une priorité P pour chaque voisin :

$$P = (1 - \sigma)W_v + \sigma T_i \quad (7)$$

Etape 8 : Demande d'affiliation du CH

Chaque véhicule compare son poids à celui de ses voisins, s'il possède le plus grand poids parmi ses voisins il se déclare CH et envoie un ChAdvMsg pour inviter ses voisins à rejoindre son cluster.

Etape 9 : Réponse des CM

Un véhicule qui n'a pas le plus grand poids parmi ses voisins et qui reçoit le message ChAdvMsg d'un CH répond par JoinClusterMsg à ce dernier.

Etape 10 : Tri du CH

Si un véhicule reçoit plusieurs messages ChAdvMsg de plusieurs CH, V leur calcul une priorité (**selon l'étape 7**) et envoie un message JoinClusterMsg au CH ayant la plus grande priorité.

Etape 11 : Formation du Cluster

Si un CH reçoit plus de 2 messages JoinClusterMsg, il maintient son état et formera un cluster. Sinon il redevient CN et cherche à rejoindre un CH.

L'algorithme déroulé dans les étapes précédent est le suivant :

Algorithme 1 : Calcul du Poids	
1:	Initialize
2:	$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$
3:	Begin
4:	Update Neighbor List
5:	Calculate D
6:	if distance (v,i)<seuil then
7:	D=D+1
8:	$D_n = \frac{D}{D_{max}}$
9:	end if
10:	Calculate $R_{s_{v,i}}$
11:	Calculate $\Delta_{s_{v,i}}$
12:	Calculate W_v
13:	Spread W_v to neighbors
14:	Calculate T
15:	Calculate P

Algorithme 2 : Election du CH et Clustering	
16:	$v \leftarrow Wv$
17:	$i \leftarrow Wi$
18:	if $Wv > Wi$ then
19:	Status $v \leftarrow CH$
20:	Send ChAdvMsg
21:	else
22:	Status $v \leftarrow CM$
23:	Reply JoinClusterMsg
24:	end if
25:	if ChAdvMsg is received then
26:	Calculate nbMsg
27:	if nbMsg==1 then
28:	Reply JoinClusterMsg
29:	else if nbMsg>1 then
30:	Calculate P
31:	Reply JoinClusterMsg
32:	end if
33:	end if
34:	if JoinClusterMsg is received then
35:	Calculate nbMsg
36:	if nbMsg >1 then
37:	Status $v \leftarrow CH$
38:	else
39:	Status $v \leftarrow CN$
40:	end if
41:	end if
42:	end

5. Conclusion

L'algorithme de clustering dans les VSNs prend en compte divers paramètres lors de la formation de cluster et l'élection du cluster header.

L'algorithme proposé réduit de manière significative le changement de cluster headers et améliore leur durée de vie tout en formant des clusters plus stables.

Les démarches suivies dans le déroulement de cet algorithme est le calcul du poids de chaque véhicule et comparer la priorité du véhicule à son voisinage afin d'élire le CH approprié pour chaque cluster.

Conclusion générale

Les réseaux sociaux véhiculaires ont récemment attiré l'attention des chercheurs. Ils ouvrent la voie à un type attrayant d'applications et de services véhiculés par les utilisateurs et visant à faciliter les interactions sociales entre les usagers sur les routes au cours de leurs déplacements quotidiens. De nombreux chercheurs se sont concentrés sur la conception de systèmes sociaux véhiculaires distribués ou centralisés qui répondent aux besoins spécifiques des navetteurs sur la route.

Afin de construire des VSNs pour des applications pratiques, les quatre aspects suivants doivent être remplis: formation de groupes sociaux, gestion et évaluation de la confiance, architecture décentralisée et intégrité des données. Il est à noter que tous les efforts d'optimisation du réseau ne sont rien sans confiance. Pour la transmission de la confiance dans les réseaux VSN, deux défis principaux peuvent être résumés comme suit : Le changement constant de topologie causé par le mouvement des véhicules limite le temps de contact, et un tiers est nécessaire pour assurer la maintenance de la confiance; Les VSNs utilisent les informations des utilisateurs telles que l'emplacement, l'identité, les modèles de mobilité et les connexions sociales pour fournir des services. Les menaces potentielles pour la sécurité des utilisateurs doivent également être prises en compte, car leurs informations personnelles peuvent être exposées à des attaques malveillantes et à des activités criminelles. De même, de fausses alarmes peuvent être déclenchées en cas d'urgence, ce qui peut induire les utilisateurs en erreur ou même provoquer des accidents sur les routes.

Dans ce travail, nous avons présenté un algorithme pour le clustering dans les VSN. Cet algorithme permet de prolonger la durée de vie des clusters et de réduire le temps de reclustering tout en assurant l'élection du véhicule le plus confiant comme CH.

Bien que loin d'être le dernier mot, notre travail fournit un point de départ pour approfondir la compréhension et le développement de cette approche.

Références bibliographiques

- [1] DEFLAOUI Hamidouche & DJEBBARI Sofiane, "Implémentation d'une nouvelle approche pour la révocation des certificats dans les VANET", Mémoire, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa, 2016.
- [2] Ling Chau Hua, Mohammad Hossein Anisi, Por Lip Yee, Muhammad Alam, "Social networking-based cooperation mechanisms in vehicular ad-hoc network—a survey", article, 7 November 2017.
- [3] Kahina Ait Ali, "Modélisation et étude de performances dans les réseaux VANET", Thèse de Doctorat, école doctorale sciences pour l'ingénieur et microtechniques UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE BELFORT - MONTBÉLIARD, 29 May 2013.
- [4] Azizur Rahim, Xiangjie Kong, Feng Xia, Zhaolong Ning, Noor Ullah, Jinzhong Wang, Sajal K. Das "Vehicular Social Networks: A survey", Review, 18 December 2017.
- [5] Felipe Domingos da Cunha, Azzedine Boukerche, Leandro Villas, Aline Carneiro Viana, Antonio A. F. Loureiro, "Data Communication in VANETs: A Survey, Challenges and Applications", RESEARCH REPORT N° 8498, RESEARCH CENTRE SACLAY – ÎLE-DE-FRANCE , March 2014.
- [6] Ismail SALHI , "Collecte d'informations dans un réseau de véhicules", Rapport de stage – Mémoire de Master, France Télécom R&D, Université Pierre & Marie Curie, Avril 2008 – Septembre 2008.
- [7] MOHAMED BOUARIR, "PROTOCOLE DE ROUTAGE INTELLIGENT POUR LES RÉSEAUX AD HOC DE VÉHICULES", MÉMOIRE, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC, OCTOBRE, 2012.
- [8] Hazaoud Alae, Essaid Mohammed, Bouhabra Hosni, "Optimisation dans les réseaux De capteur véhicules", Master 1 Réseau Informatique, UNIVERSITE D'AVIGNON, 2011-2012.
- [9] BOUZEBIBA Hadjer & BOUIZEM Yasmina, "Impact des modèles de mobilités sur les Performances des protocoles de routage en milieu urbain réaliste dans les réseaux VANET (V2V) ", Mémoire, Université Abou Bakr Belkaid–Tlemcen, 2014-2015.

[10] BENZOUAOUA Abdellah KEBBI Menad, "Conception et Réalisation d'un simulateur dédiée pour les réseaux véhiculaires", Mémoire de Master Professionnel , Université Abderrahmane Mira de Béjaïa, 2015-2016.

[11] Omar CHAKROUN, "Techniques de contrôle de congestion et de dissémination d'informations dans les réseaux véhiculaires", Thèse de doctorat, UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE (Québec) , Septembre 2014.

[12] Ahizoune Ahmed, "Un protocole de diffusion des messages dans les réseaux véhiculaires", Mémoire, Université de Montréal, Département d'informatique et de recherche opérationnelle Faculté des arts et des sciences, Avril, 2011.

[13] Véronique Vèque, Colette Johnen, "Hiérarchisation dans les réseaux ad hoc de véhicules", Université Paris Sud, Université de Bordeaux 1, 30 mai 2012.

[14] Mahmoud A. Alawi, Rashid. A. Saeed, Aisha A. Hassan and Raed A. Alsaqour, "Simplified gateway selection scheme for multihop relay in vehicular ad hoc network", INTERNATIONAL JOURNAL OF COMMUNICATION SYSTEMS Int. J. Commun. Syst. (2013).

[15] Muhammed Nur Avcil Mujdat Soy Turk "ReSCUE: Relatively Stable Clustering for Unbiased Environments in VANETs", Department of Computer Engineering Marmara University Istanbul, Turkey.

[16] CHRISTIAN NELSON, CARL GUSTAFSON, FREDRIK TUFVESSON, "A Simulation Framework for V2V Wireless Systems", DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND INFORMATION TECHNOLOGY, LUND UNIVERSITY, SWEDEN.

[17] Ayoub Benchabana et Ramla Bensaci, "Analyse des protocoles de routage dans les réseaux VANET", Mémoire Master Académique, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 12/06/2014.

[18] Subir Biswas and Jelena Misić, "Establishing Trust on VANET Safety Messages (Invited Paper) ", Conference Paper, August 2010.

[19] Ghayet el mouna Zhiouay, Houda Labiod, Nabil Tabbane and Sami Tabbane, FQGwS: "A Gateway Selection Algorithm in a Hybrid Clustered VANET LTE-Advanced Network: Complexity and Performances", InfRes - Telecom ParisTech – France, MEDIATRON - Higher School of Communication of Tunis (Sup'Com) – Tunisia.

[20] Craig Cooper, Daniel Franklly, Montserrat Rosz, Farzad Safaei, and Mehran Abolhasany, "A Comparative Survey of VANET Clustering Techniques", 2016 IEEE.

[21] Qing Yang and Honggang Wang, "Towards Trustworthy Vehicular Social Network IEEE", Communication Magazine, June, 2015.

[22] Zhaolong Ning, Feng Xia, Noor Ullah, Xiangjie Kong, and Xiping Hu, "Vehicular Social Networks: Enabling Smart Mobility", IEEE Communications Magazine • April 2017.

[23] Zaydoun Y Rawashdeh and Syed Masud Mahmud, "A novel algorithm to form stable clusters in vehicular ad hoc networks on highways", EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2012.

[24] Zaydoun Y. Rawshdeh and Syed Masud Mahmud, "Toward Strongly Connected Clustering Structure in Vehicular Ad hoc Networks", Electrical and Computer Engineering Department, Wayne State University.

[25] George Karypis Eui-Hong (Sam) Han Vipin Kumar, "CHAMELEON: A Hierarchical Clustering Algorithm Using Dynamic Modeling", Department of Computer Science and Engineering University of Minnesota.

[26] BOUCHRA MARZAK, HICHAM TOUMI, EL HABIB BEN LAHMAR, MOHAMED TALEA, "Algorithmes de Clustering pour les Réseaux Ad-Hoc Véhiculaires: Enquête", Conference Paper · May 2015, Université Hassan II - Mohammedia – Casablanca, Faculté des Sciences Ben M'sik, Laboratoire de Traitement de l'Information.

[27] Khadige Hussein Abboud, "Modeling and Analysis of Emergency Messaging Delay in Vehicular Ad hoc Networks", University of Waterloo (Canada), 2009.

[28] Huixian Wang, Ren Ping Liu, Wei Ni, Wei Chen, and Iain B. Collings, "VANET Modeling and Clustering Design Under Practical Traffic, Channel and Mobility Conditions", IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL. 63, NO. 3, MARCH 2015.

[29] Raghavendra Pala, Arun Prakasha, Rajeev Tripathia, Dhananjay Singh, "Analytical model for clustered vehicular ad hoc network analysis", Available online 1 February 2018.

HATEM Manel & SALMI Siham, "Routage basé sur le clustering dans les réseaux VANETs", Mémoire , Université A/Mira de Béjaia, 2017.

[31] Brahami Selma & Cherif Bemoussa Sanaa, "Etude des algorithmes de clusterisation dans les réseaux VANETs CLOUDs", 2014-2015.

[32] INES CHIH, "ÉTUDE DE L'ATTAQUE « Black Hole » SUR LE PROTOCOLE DE ROUTAGE VADD (Vehicule-Assisted Data Delivery) ", MÉMOIRE, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC, JUILLET 2017.

[33] M. Fathian, A.R. Jafarian-Moghaddam , M. Yaghini, "Improving Vehicular Ad-Hoc Network Stability Using Meta-Heuristic Algorithms", International Journal of Automotive Engineering Vol. 4, Number 4, Dec 2014.

[34] Harmanjot Kaur & Er. Sandeep Kad, "A REVIEW OF CLUSTERING BASED ROUTING APPROACHES IN VEHICULAR ADHOC NETWORK", International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume 7, Issue 2, February 2018, ISSN: 2278 – 1323.

[35] A.Malathi¹ and Dr. N. Sreenath, "An Efficient Clustering Algorithm for Vanet", International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 9 (2017) pp. 2000-2005.

[36] Bevish Jinila¹ & Komathy, "Rough Set Based Fuzzy Scheme for Clustering and Cluster Head Selection in VANET", ELEKTRONIKA IR ELEKTROTECHNIKA, ISSN 1392-1215, VOL. 21, NO. 1, 2015.

[37] Pardeep Kaur & Nitin Bhagat, "A Review on Clustering in VANET", International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering (An ISO 3297: 2007 Certified Organization) Vol. 4, Issue 5, May 2016.

[38] Rasheed Hussain^{1(B)}, Waqas Nawaz¹, JooYoung Lee¹, Junggab Son², and Jung Taek Seo, "A Hybrid Trust Management Framework for Vehicular Social Networks", Conference Paper · August 2016.

[39] Leandros A. Maglaras, and Dimitrios Katsaros, "Social Clustering of Vehicles Based on Semi-Markov Processes", IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. 65, NO. 1, JANUARY 2016.

[40] Dzhamal Alishev, Rasheed Hussain, Waqas Nawaz, and JooYoung Lee, "Social-aware Bootstrapping and Trust Establishing Mechanism for Vehicular Social Networks", 978-1-5090-5932-4/17/\$31.00 ©2017 IEEE.

[41] Ameneh Daeinabi, Akbar Ghaffar, Ahmad Khademzadeh, "VWCA: An efficient clustering algorithm in vehicular ad hoc networks", Journal of Network and Computer Applications 34 (2011) 207–222.

[42] Fethi Fillali, "LES RESAUX VANET VEHICULAR ADHOC NETWORKS", Transparents basé sur une présentation du Prof Fethi Filali (EURECOM).

[43] Farouk Mezghani, Riadh Dhaou, Michele Nogueira, and André-Luc Beylot, "Content Dissemination in Vehicular Social Networks: Taxonomy and User Satisfaction ", Article in IEEE Communications Magazine · December 2014