



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCCEN
FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE TELECOMMUNICATIONS



MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de
MASTER

Réseaux Mobiles et Services de Télécommunications

Réalisé par :
TAMIMOU ZAKARIA
BENALLOU ZAKARYA

THEME

Simulation d'un Réseau VANET dans un Environnement CLOUD

Soutenu en 14 JUIN 2015 devant les Jurys :

KADRI Benamar	M.C.A à l'Université de Tlemcen	Président
HADJILA Mourad	M.C.A à l'Université de Tlemcen	Examineur
MOUSSAOUI Djilali	M.A.A à l'Université de Tlemcen	Encadreur

Année universitaire : 2014-2015

REMERCIEMENTS

Nous remercions d'abord la grâce du dieu, pour nous avoir guidés et éclairer sur la bonne voie du savoir pour continuer ce travail et atteindre les objectifs traces.

*Nous exprimons nos remerciements particulièrement et les plus sincères à notre encadreur Mr **MOUSSAOUI Djilali** de nous avoir encadré pour réaliser ce travail par ses précieux conseils et de nous avoir donné le meilleur de son savoir et aide.*

*Nous remercions vivement Mr **KADRI Benamar** ,et Mr **HADJILA Mourad** ,d'avoir acceptons de faire partie de nos jury de thèse.*

Nous remercions profondément tous ceux qui à faire de son mieux de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.

Nous ne pouvons pas sans remercier notre parentes qui sont la lumière de notre chemin et notre famille et amis.

*Pour moi **T.ZAKARIA** Je remercie bien évidemment mes parents, à qui je dédie ce mémoire. Ils m'ont non seulement encouragé et supporté tout au long de mes études mais dans toutes les sphères de ma vie. J'exprime ma reconnaissance à mes frères et mes sœurs et mes amis.*

*Pour moi **B.ZAKARIA** Je remercie bien évidemment ma mère et mon père et mes frères et mes sœurs, et tous ma familles et mes amis à qui je dédie ce mémoire.*

T.Zakaria et B.Zakaria.

Introduction générale.....	I
I. Chapitre n°1 : Les Réseaux VANET	
I.1. Introduction	1
I.1. Généralités sur les Réseaux VANET.....	2
I.2. Définition	2
I.3. Les nœuds d'un réseau VANET	3
I.4. Les Type de Technologie utilisé par VANET.....	3
I.4.1. Communication de véhicule à véhicule(V2V).....	3
I.4.2. Communication de véhicule avec utilisation d'infrastructures (V2I).....	4
I.4.3. Communication Hybride.....	5
I.5. Le Standard 802.11p.....	5
I.6. Caractéristiques des réseaux VANET	6
I.6.1. Le potentiel énergétique	6
I.6.2. L'environnement de communication et le modèle de mobilité.....	6
I.6.3. Le modèle de communication.....	7
I.6.4. La taille du réseau.....	7
I.6.5. Forte mobilité.....	7
I.6.6. Caractéristiques inhérentes au canal radio	7
I.6.7. Connectivité intermittente.....	7
I.6.8. Diversité de la densité.....	8
I.7. Les Applications.....	8
I.7.1. Application dans la sécurité routière	8
I.7.2. Les applications de gestion de trafic	8
I.7.3. Les Applications de Confort ou de Divertissement.....	9
I.8. Protocole de Routage dans les VANET	9
I.8.1. Routage dans les VANET s	9
I.8.2. Les protocoles de routage basés sur la topologie.....	10
I.8.2.1. Les protocoles réactifs	10
I.8.2.1.1. Le protocole AODV	10
I.8.2.1.2. Le protocole DSR	11
I.8.2.2. Les protocoles proactifs.....	11
I.8.2.2.1. Le protocole OLSR	11
I.8.2.2.2. Le protocole DSDV.....	12
I.8.2.2.3. Le protocole GSR.....	13
I.8.3. Protocoles hybrides.....	13
I.8.3.1. Le protocole ZRP	13

Table des matières

I.8.4. Les protocoles de routage basés sur la géographie.....	14
I.8.4.1. Le protocole A-STAR	14
I.8.4.2. Le protocole UMB.....	14
I.8.4.3. Le protocole Gy TAR	15
I.8.4.4. Le protocole VADD.....	15
I.8.4.5. Le protocole MORA.....	15
I.8.4.6. Le protocole GPSR	16
I.9. Architecture d'un réseau VANET	16
I.9.1. Application Unit (AU)	18
I.9.2. Road Side Unit (RSU)	18
I.9.3. On Board Unit (OBU)	19
I.II. Conclusion	21
II Chapitre n°2 : L'environnement CLOUD	
II.I. Introduction.....	22
II.1. Historique du Cloud Computing.....	23
II.2. Définition du « Cloud Computing » ou «Nuage Informatique»	24
II.3. Caractéristiques de CLOUD Computing.....	25
II.4. Les Entreprises qui Utilisent le CLOUD Computing	27
II.4.1. Amazon.....	27
II.4.2. Sales Force.....	27
II.4.3. Microsoft Azure.....	27
II.4.4. Google	28
II.4.5. Oracle.....	28
II.4.6. IBM, Dell et HP	28
II.5. Les Modèles de Services de CLOUD Computing.....	29
II.5.1. Infrastructure As A Service IAAS.....	29
II.5.2. Platform As A Service PAAS.....	30
II.5.3. Software As A service SAAS.....	31
II.5.4. Anything As A Service XAAS.....	32
II.6. Les Différents Modèles de Déploiement de CLOUD Computing	32
II.6.1. Les CLOUD privés	33
II.6.2. Les CLOUD publics.....	33
II.6.3. Les CLOUD communautaires	33
II.6.4. Les COULD hybrides.....	33
II.7. En résumé, le Cloud Computing.....	33
II.8. Avantages	35

Table des matières

II.9. Inconvénients	36
II.II. Conclusion.....	37
Chapitre n°3 : Simulations	
III.I. Introduction.....	38
III.1. Caractéristiques des Cloud dans VANET.....	39
III.2. L'objectif de simulation	39
III.3. Environnement de travail.....	39
III.3.1. Environnement matériel.....	39
III.3.2. Environnement logiciel.....	40
III.3.2.1. Simulation des VANETs avec VEINS.....	40
III.3.2.2. Le Simulateur SUMO (Simulation de la mobilité urbaine).....	41
III.3.2.3. Veines (Vehicles in Network Simulator).....	42
III.3.2.4. MIXIM.....	42
III.3.2.5. INET Framework	43
III.3.2.6. Simulation de Cloud Computing avec Green Cloud Simulator	43
III.3.2.6.1. Green Cloud Simulator.....	43
III.3.2.6.2. Installation de green Cloud Simulator.....	45
III.4. Data Centre Architectures.....	46
III.4.1. Two-Tier architecture	46
III.4.2. Three-Tier Debug architecture.....	47
III.4.3. Three-tier high-speed architecture.....	48
III.5. Configuration de la simulation.....	48
III.6. Résultats des simulations	49
III.6.1. Les graphes de simulations.....	52
III.II. Conclusion	57
Conclusion générale.....	58
Bibliographie.....	59
Webographie	60
Glossaire.....	61
Résumé	62

Liste figures

Figure 1 : <i>Hiérarchie des réseaux sans fil</i>	2
Figure 2 : <i>Véhicule intelligent supporte Technologie VANET</i>	3
Figure 3 : <i>Communication véhicule à véhicule(V2V)</i>	4
Figure 4 : <i>Communication véhicule à infrastructure(V2I)</i>	4
Figure 5 : <i>Communication Hybride (V2I+V2V)</i>	5
Figure 6 : <i>La pile protocolaire 802.11p</i>	6
Figure 8 : <i>Les protocoles de routage dans les réseaux VANETs</i>	18
Figure 9 : <i>RSU travail comme source d'informations (l'exécution d'applications de sécurité)</i>	18
Figure 10 : <i>RSU fournit une connectivité Internet à l'OBU</i>	19
Figure 11 : <i>RSU étendre la portée du réseau ad hoc par l'avant les données de OBU</i>	19
Figure 12 : <i>Architecture générale d'un réseau VANET</i>	23
Figure 13 : <i>Evolution de l'informatique depuis le Minitel jusqu'au Cloud Computing</i>	23
Figure 14 : <i>Les 3 modèles de CLOUD Computing</i>	31
Figure 15 : <i>Différentes Types de CLOUD Computing</i>	32
Figure 16 : <i>Interface d'OMNET ++</i>	41
Figure 17 : <i>Architecture générale de Veins</i>	42
Figure 18: <i>L' Interface de Green Cloud Simulator</i>	44
Figure 19: <i>L' Interface Eclipse</i>	44
Figure 20: <i>Two-tier architecture</i>	46
Figure 21: <i>Three-tier architecture</i>	47
Figure 22: <i>Three-tier high-speed architecture</i>	48
Figure 23: <i>Résultats simulation du Three-tier architecture</i>	49
Figure 24: <i>Résultats simulation du Three-tier Debug architecture</i>	50
Figure 25: <i>Résultats simulation du Three-tier High Speed architecture</i>	51
Figure 26: <i>L'énergie des Serveurs</i>	52
Figure 27: <i>Les tâches des Machines Virtual</i>	52
Figure 28: <i>La charge des Machines Virtual</i>	53
Figure 29: <i>Les tâches échec par les serveurs</i>	53
Figure 30: <i>La charge du mémoire des serveurs</i>	54
Figure 31: <i>La charge du centre des données</i>	54
Figure 32: <i>La charge du mémoire de centre de données</i>	55
Figure 33: <i>L'énergie de centre de données</i>	55
Figure 34: <i>La charge du serveur de centre de données</i>	56

Liste des tableaux

Tableau 1 : *Configuration de l'ordinateur de simulation*.....40

Tableau 2: *Tableau des topologies de data centres*.....45

Introduction générale

Le cloud computing est un nouveau modèle de calcul qui rend l'utilisation des ressources informatiques physiques connues en tant que centres de données. Ceux-ci peuvent être organisés à la demande dans une logique dynamique entité qui peut augmenter ou diminuer au fil du temps, habituellement à travers l'Internet contre une ressource louée taxe. Trois catégories de services numériques peuvent être fournis: logiciel comme un service (par exemple, les applications de la gestion des urgences, l'entretien des routes, paiement électronique et les prix), les infrastructures en tant que service (traitement, le stockage, bande passante, etc.), et la plate-forme en tant que service (par exemple, langages de programmation, systèmes d'exploitation).

Dans les réseaux de véhicules, un délai réduit, l'efficacité, évolutivité, la fiabilité et la sécurité sont très importants pour améliorer la sécurité routière et le passager confort grâce transport intelligent systèmes (STI). Pour soutenir ces caractéristiques, dans cette mémoire, nous proposons un modèle appelé VANET-Cloud qui étend la traditionnelle infrastructure de cloud constitué d'une majorité de nœuds stationnaires par rapport au bord de véhicules. Plus précisément, VANET-Cloud permet l'informatique embarquée ressources de véhicules à être intégrés avec le environnement de cloud computing traditionnelle, qui ne se compose que d'entités de calcul fixes. En outre, ce modèle bénéficie des avantages de les capacités de calcul de véhicules qui comprennent la transformation, le stockage, ainsi que la détection de étendre les capacités traditionnelles de cloud computing avec les entités mobiles. Par conséquent, plus souple solutions pourraient être fournis pour aider les conducteurs et les autorités à surmonter des situations routières critiques tels que de trouver des routes alternatives et de synchronisation feux de circulation pour réduire la congestion routière, la gestion urgence et la circulation incidents, offrant exploitation des véhicules commerciaux, et ainsi de suite.

Nous présentons dans ce mémoire, une nouvelle architecture pour le VCC (Véhiculaire Cloud Computing), alors on a fait une étude sur deux simulateurs Omnet++ pour la simulation des réseaux VANET et Green Cloud Simulator pour la simulation de cloud computing, grâce à l'importance de ce thème dans la vie de l'être humaine ainsi que leurs sécurité routière.

C *HAPITRE I*

LES RESEAUX VANET

CHAPITRE I

Les RESEAUX VANET

I.I Introduction

Avec l'adoption des technologies de communication sans fil, les réseaux ont connu ces dernières années un essor spectaculaire et s'imposent aujourd'hui de façon indéniable.

Un tel succès est dû principalement à la vulgarisation des équipements mobiles offrant plus de souplesse, plus de rapidité et moins de frais.

Les réseaux mobiles sans fil peuvent être classés en deux catégories : les réseaux avec infrastructure ou cellulaires qui nécessitent généralement l'installation des stations de base et les réseaux sans infrastructure ou Ad Hoc caractérisés par leur dynamisme, facilité et rapidité de déploiement. Ces caractéristiques les rendent utilisés dans plusieurs applications à savoir la téléphonie, les applications militaires, les applications commerciales et la sécurité routière [1].

Dans ce chapitre nous allons présenter les réseaux VANET, leur caractéristique, leurs applications ainsi que leur type de communications utilisé par VANET. et les problèmes liés à la mobilité seront également décrits. Subséquemment, nous aborderons les réseaux VANET dont nous énumérons les caractéristiques de ces réseaux et nous en citerons quelques applications pour enfin parler des réseaux Ad Hoc véhiculaires VANET.

I.1 Généralités sur les Réseaux VANET

I.2 Définition

Vehicular Ad-Hoc Network (réseau Ad-Hoc de véhicules), ou **VANet**, est une forme de Mobile Ad-hoc Networks (réseau mobile Ad-Hoc), pour fournir des communications au sein d'un groupe de véhicules à portée les uns des autres et entre les véhicules et les équipements fixes à portée, usuellement appelés équipements de la route.

La plupart des sujets d'intérêt des MANet le sont aussi pour les VANet, à quelques détails près. Plutôt que de se déplacer au hasard, les véhicules tendent à se déplacer d'une façon organisée. Les interactions avec les équipements de la route peuvent de même être caractérisées de manière assez exacte. Et finalement, la plupart des véhicules sont limités dans leur gamme de mouvement, par exemple en étant contraint de suivre une route pavée.

En outre, en 2006 le terme MANet décrit la plupart du temps un domaine de recherche universitaire, et le terme VANet peut-être son domaine d'application le plus prometteur.

Les réseaux véhiculaires sont une projection des systèmes de transports intelligents (Intelligent Transportation System - ITS). Les véhicules communiquent les uns avec les autres par l'intermédiaire de la communication inter-véhicule (Inter-Vehicle Communication - IVC) aussi bien qu'avec les équipements de la route par l'intermédiaire de la communication d'équipement-à-Véhicule (Roadside-to-Vehicle Communication - RVC). le but optimal est que les réseaux véhiculaires contribueront à des routes plus sûres et plus efficaces à l'avenir en fournissant des informations opportunes aux conducteurs et aux autorités intéressées.

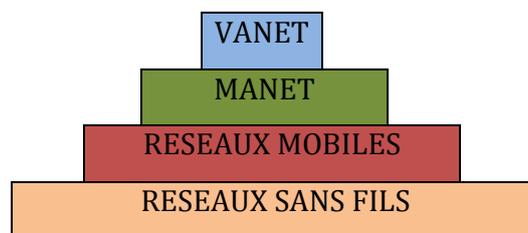


Figure 1 : Hiérarchie des réseaux sans fil.

I.3 Les nœuds d'un réseau VANET

Un nœud d'un réseau VANET est un véhicule équipé de terminaux tel que:

- Les calculateurs.
- Les interfaces réseaux.
- Les capteurs capables de collecter et traiter les informations.

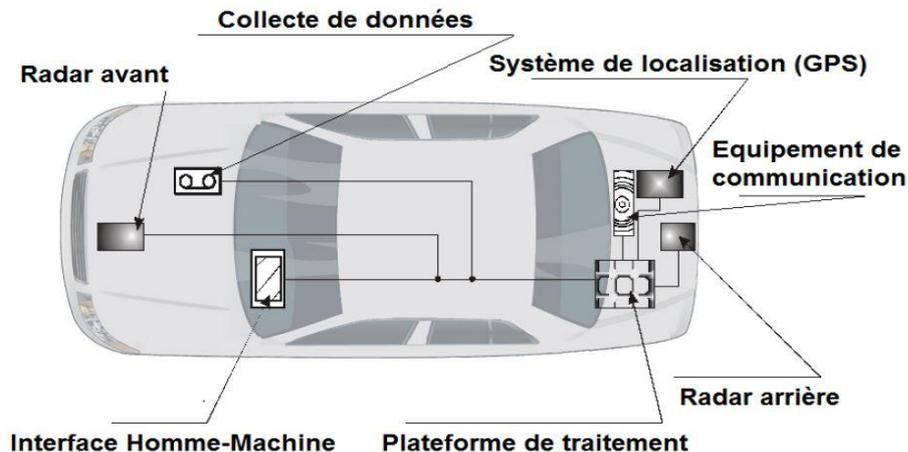


Figure 2 : Véhicule intelligent supporte Technologie VANET

I.4 Les Types de Technologie utilisé par VANET

Les réseaux véhiculaires par analogie à ce qui existe dans les réseaux sans fil peuvent être déployés suivant trois catégories :

I.4.1 Communication de véhicule à véhicule(V2V)

Dans cette catégorie, un réseau de véhicule est vu comme un cas particulier du réseau MANET (Mobile Ad Hoc Network) où les contraintes d'énergie, de mémoire et de capacité sont relaxées et où le modèle de mobilité n'est pas aléatoire mais prévisible avec une très grande mobilité. Cette architecture peut être utilisée dans le scénario de diffusion d'alertes (freinage d'urgence, collision, ralentissement...) ou pour la conduite coopérative. Aucune infrastructure n'est utilisée, aucune installation n'est nécessaire sur les routes et tous les véhicules sont équipés pour communiquer directement entre eux n'importe où, que se soit sur les autoroutes, des routes de montagnes ou des routes urbaines, ce qui donne une communication moins coûteuse et plus flexible. Cette approche souffre de certains inconvénients dont nous citons :

- Les délais de communication qui sont élevés, étant donné que la communication se fait en utilisant le multi sauts.
- Les déconnexions fréquentes dues au fait que les véhicules sont mobiles.
- La sécurité réseau est très limitée.

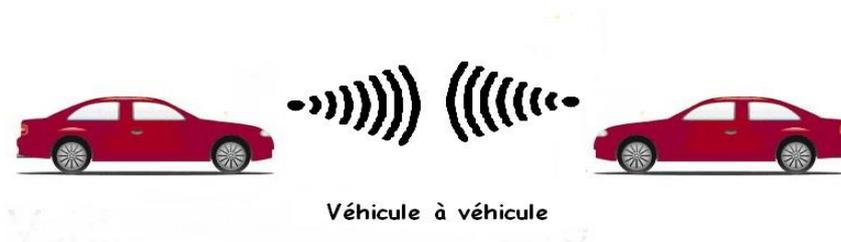


Figure 3 : Communication véhicule à véhicule(V2V).

I.4.2 Communication de véhicule avec utilisation d'infrastructures V2I

Dans cette catégorie, on ne se concentre pas seulement sur des simples systèmes de communications inter véhicules mais aussi ceux qui utilisent des stations de bases ou points d'infrastructure RSU (Road Side Units, dénomination proposée par le consortium C2C-CC). Cette approche repose sur le modèle client/serveur où les véhicules sont les clients et les stations installées le long de la route sont les serveurs. Ces serveurs sont connectés entre eux via une interface filaire ou sans fil. Toute communication doit passer par eux. Ils peuvent aussi offrir aux utilisateurs plusieurs services concernant le trafic, accès à internet, échange de données de voiture-à-domicile et même la communication de voiture-à-garage pour le diagnostic distant. L'inconvénient majeur de cette approche est que l'installation des stations le long des routes est une tâche coûteuse et prend beaucoup de temps, sans oublier les coûts [1].



Figure 4 : Communication véhicule à infrastructure(V2I).

I.4.3 Communication Hybride

La combinaison des communications véhicule à véhicule avec les communications de véhicules avec utilisation d'infrastructures, permet d'obtenir une communication hybride très intéressante. En effet, les portées des infrastructures (stations de bases) étant limitées, l'utilisation des véhicules comme relais permet d'étendre cette distance. Dans un but économique et afin d'éviter la multiplication des stations de bases à chaque coin de rue, l'utilisation des sauts par véhicules intermédiaires prend tout son importance [1].



Figure 5 : Communication Hybride (V2I+V2V).

I.5 Le Standard 802.11p

Les communications dans le réseau VANET est complètement différentes aux communications dans les réseaux sans fil classique, cela est dû à plusieurs facteurs:

- ✓ Une grande dynamique et mobilité des nœuds
- ✓ Des changements répétitifs de la topologie du réseau
- ✓ Densité du réseau très variable

Le standard IEEE 802.11 classique étant pas adéquat au réseau VANET. Le standard IEEE 802.11p (WAVE (Wireless Access in the Vehicular Environment)) est alors proposé pour supporter l'échange très rapide de données entre les véhicules elles-mêmes. Ce Standard est toujours encore de développement. Ce standard, structuré en quatre composantes (1609.1 à 1609.4), définit l'architecture, le modèle de communication, la structure de management, la sûreté et l'accès physique. Au final, 802.11p spécifie une pile protocolaire complète. Le standard 1609.3 inclut le protocole WSMP (Wave Short Messages Protocol) pour les communications inter-véhicules, présenté comme une

alternative à IPv6. Dans ce protocole, les messages sont routés avec un « application class identifier » (ACID) et un « application contexte mark » (ACM) en lieu et place de l'adresse IP et du numéro de port [2].

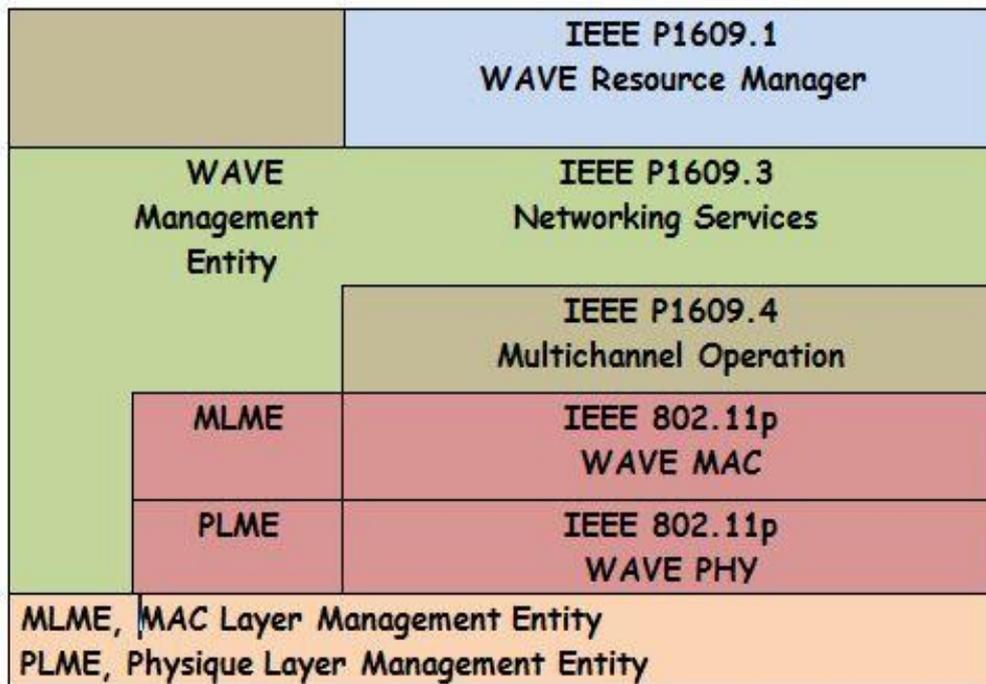


Figure 6 : La pile protocolaire 802.11p

I.6 Caractéristiques des réseaux VANET

Les réseaux véhiculaires se distinguent des réseaux sans fil traditionnels par un certain nombre de caractéristiques spécifiques dont on peut citer:

I.6.1 Le potentiel énergétique

À la différence des réseaux sans fil traditionnels où la contrainte d'énergie représente un facteur limitant important, les entités des réseaux véhiculaires disposent de grandes capacités énergétiques qu'elles tirent du système d'alimentation des véhicules [3].

I.6.2 L'environnement de communication et le modèle de mobilité

Les réseaux véhiculaires imposent la prise en compte d'une plus grande diversité environnementale. Du fait de la mobilité des véhicules, il est en effet possible de passer d'un environnement urbain caractérisé par de nombreux obstacles à la propagation des signaux, à un environnement périurbain ou autoroutier présentant des caractéristiques

différentes. En plus de cette diversité environnementale, les réseaux véhiculaires se distinguent également des réseaux sans fil ordinaires par un modèle de mobilité dont une des traductions les plus évidentes est l'importante vitesse des nœuds qui réduit considérablement les durées de temps pendant lesquelles les nœuds peuvent communiquer.

I.6.3 Le modèle de communication

Les réseaux véhiculaires ont été imaginés principalement pour les applications liées à la sécurité routière (*ex.* diffusion de messages d'alerte). Dans ce type d'application, les communications se font presque exclusivement par reliajes successifs d'une source vers une multiplicité de destinataires. Le modèle de transmission en Broadcast ou en Multicast est donc appelé à dominer largement dans les réseaux véhiculaires, ce qui n'est par exemple pas sans conséquence sur la charge du réseau et le modèle de sécurité à mettre en œuvre.

I.6.4 La taille du réseau

Etant donné les avancées importantes réalisées dans le domaine des communications sans fil et les bas coûts des équipements associés, les véhicules qui intègrent déjà massivement des systèmes GPS et des équipements Bluetooth, seront très probablement équipés.

I.6.5 Forte mobilité

C'est le premier facteur qui distingue les réseaux véhiculaires des autres classes de réseaux sans fil. La vitesse des véhicules varie selon l'environnement, elle est en moyenne de 50km/h en zones urbaines et peut atteindre 130km/h sur autoroute. Bien que les mouvements des véhicules soient relativement prédictibles, l'impact de la mobilité sur la connectivité du réseau reste l'une des difficultés majeures des réseaux véhiculaires.

I.6.6 Caractéristiques inhérentes au canal radio

Dans les réseaux sans fil traditionnels, les échanges de données s'effectuent généralement dans des espaces ouverts sans obstacle ou dans des espaces clos en intérieur. Les communications dans les réseaux véhiculaires se font en environnement externe défavorable pour l'établissement des liens radio en raison de la multitude d'obstacles (forêts, montagnes, bâtiments . . .) notamment en zones urbaines.

Ces obstacles causent une sévère dégradation de la qualité et de la puissance des signaux émis [4].

I.6.7 Connectivité intermittente

Une conséquence directe de la forte mobilité et des obstacles de l'environnement est une connectivité intermittente. Un lien établi entre deux entités du réseau peut rapidement disparaître en raison soit de la mobilité qui éloigne les deux entités communicantes, soit des obstacles qui empêchent la propagation du signal.

I.6.8 Diversité de la densité

La densité des nœuds dans un réseau véhiculaire n'est pas uniforme mais à variation spatio-temporelle. La densité en milieu urbain est par exemple beaucoup plus élevée qu'en milieu rural. Le nombre de véhicules dans une intersection ou dans un embouteillage est plus important que sur des routes extra-urbaines où le trafic est souvent fluide. D'un point de vue temporel, la densité est par exemple différente selon qu'on considère la nuit ou la journée, les heures de pointe ou les heures creuses. Cette diversité de la densité rend difficile la conception de solutions génériques étant donné que les problèmes rencontrés à forte densité sont différents de ceux causés par la faible densité.

I.7 Les Applications

Il existe de nombreuses applications pour les réseaux véhicules proposés. Et peuvent être classés en trois catégories générales.

I.7.1 Application dans la sécurité routière

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

A titre d'exemple, alerter un conducteur en cas d'accidents permet d'avertir les véhicules qui se dirigent vers le lieu de l'accident que les conditions de circulations se trouvent modifiées et qu'il est nécessaire de redoubler de vigilance. Les messages d'alertes et de sécurité doivent être de taille réduite pour être transmis le plus rapidement possible et doivent être émis à des périodes régulières. La sécurité des plus importantes applications [4].

I.7.2 Les applications de gestion de trafic

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

I.7.3 Les Applications de Confort ou de Divertissement

Les applications de confort ou de divertissement dont l'objectif est de rendre les voyages plus agréables en permettant aux passagers de communiquer soit avec d'autres véhicules ou avec des stations fixes comme l'accès à internet, la messagerie, le chat inter – véhicule, etc. Les passagers dans la voiture peuvent jouer en réseaux, télécharger des fichiers MP3, envoyer des cartes à des amis, etc.

I.8 Protocole de Routage dans les VANET

Le routage dans les réseaux VANET est un problème très difficile qui pose des défis pour de nombreux chercheurs. Alors pour que les véhicules puissent communiquer entre eux, nous devons définir le protocole de routage. En fait, quand les terminaux ne sont pas à une portée de transmission radio directe, le routage est exigé pour établir la communication entre les véhicules.

I.8.1 Routage dans les VANETs

Le routage joue un rôle très important dans les VANET puisque tous les services supportés, unicast ou multicast, se basent sur des communications multi-saut pour l'acheminement des données. Les transferts de fichiers et les jeux. Les communications multicast sont utilisées dans les applications de sécurité et de gestion de trafic telles que l'avertissement de collision et le platooning. Pour réaliser les échanges, les protocoles de routage utilisent des informations locales, sur le voisinage immédiat, ou globales, concernant tout le réseau, an de déterminer les nouds relais qui participent à l'acheminement des données communications unicast sont généralement utilisées dans les applications de confort [3].

I.8.2 Les protocoles de routage basés sur la topologie

I.8.2.1 Les protocoles réactifs

Les protocoles réactifs adoptent des algorithmes classiques tels que le routage par vecteur de distance. Les routes sont établies uniquement sur demande et seules les routes en cours d'utilisation sont maintenues. Dans ce cas, un délai supplémentaire est nécessaire au début de chaque session pour la recherche du chemin .Lorsqu'un nœud veut envoyer des paquets, une étape de découverte de route est initiée par la diffusion d'un message de recherche de route. Tout nœud qui reçoit ce message et qui ne dispose pas d'informations à propos de la destination diffuse à son tour le message. Ce mécanisme est appelé mécanisme d'inondation [4].

I.8.2.1.1 Le protocole AODV

Le protocole de routage AODV (Ad hoc On-demand Distance Vector) est un protocole,

Ce protocole crée les routes au besoin et utilise le principe de numéro de séquence afin d'utiliser les routes les plus nouvelles, dites encore les plus fraîches. En plus, il utilise le nombre de sauts comme métrique pour choisir entre plusieurs routes disponibles. Trois types de paquets sont utilisés par AODV : les paquets de requête de route RREQ (Route Request Message), les paquets de réponse de route RREP (Route Reply Message) et les paquets d'erreur de route RERR (Route Error Message). En plus de ces paquets, AODV invoque des paquets de contrôle HELLO qui permettent de vérifier la connectivité des routes. AODV repose sur deux mécanismes : découverte de route et maintenance de route. La découverte de route permet de trouver une route pour atteindre une destination et la maintenance de route permet de détecter et signaler les coupures de routes provoquées éventuellement par la mobilité des nœuds.

I.8.2.1.2 Le protocole DSR

Le protocole de routage DSR (Dynamic Source Routing), Ce protocole crée les routes à la demande comme le protocole AODV. Il utilise la technique "routage à la source" dans laquelle la source inclut dans l'entête du paquet la route complète par laquelle un paquet doit passer pour atteindre sa destination. Les nœuds intermédiaires entre la source et la destination n'ont pas besoin de maintenir à jour les informations sur la route traversée puisque la route complète est insérée dans l'entête du paquet. DSR est composé de deux mécanismes : la découverte de route et la maintenance de route. Le premier permet de chercher les routes nécessaires à la demande, tandis que le second permet de s'assurer de la maintenance des routes tout au long de leur utilisation.

I.8.2.2 Les protocoles proactifs

Dans les protocoles proactifs, chaque nœud garde une image de la topologie de tout le réseau. Cette image est mise à jour, périodiquement ou à chaque modification topologique, par un échange de messages de contrôle. Les routes sont déterminées sur la base de cette image [4].

I.8.2.2.1 Le protocole OLSR

Le protocole de routage OLSR (Optimized Link State Routing), est un protocole de routage proactif développé dans le cadre du projet Hypercom de l'Institut National de la Recherche en Informatique et Automatique (INRIA) de France et proposé en tant que

RFC (Request For Comment) expérimentale à l'IETF (Internet Engineering Task Force). Il est considéré comme une optimisation du protocole à état des liens filaires pour les réseaux mobiles Ad Hoc. Il a pour objectif de fournir des routes de plus court chemin vers une destination en termes de nombre de sauts en utilisant l'algorithme de Dijkstra. Son innovation réside dans sa façon d'économiser les ressources radio lors des diffusions, ceci est réalisé grâce à l'utilisation de la technique des relais multipoints (MPR : Multi-Point Relaying), donc le principe est que chaque nœud construit un sous ensemble appelé MPR, parmi ses voisins, qui permet d'atteindre tous ses voisins à deux sauts, les nœuds de cet ensemble servent à acheminer et retransmettre les messages qu'ils reçoivent. Les voisins d'un nœud qui ne sont pas MPRs, lisent et traitent les paquets mais ne les retransmettent pas.

I.8.2.2.2 Le protocole DSDV

Le protocole de routage DSDV (Destination-Sequenced Distance-Vector), est un protocole de routage de type vecteur de distance. Chaque nœud maintient une table de routage contenant des informations sur les destinations accessibles dans le réseau. Ces informations comprennent le nœud suivant utilisé pour atteindre la destination, le nombre de sauts qui sépare le nœud de la destination et le numéro de séquence estampillé par la destinataire. Ce numéro de séquence permet de distinguer les nouvelles routes des anciennes. Chaque nœud envoie périodiquement à ses voisins la totalité de sa table de routage. D'autres paquets de mise à jour sont aussi envoyés à la suite d'un changement dans la topologie du réseau. Ces paquets n'incluent que les entrées de la table affectées par le changement et ont pour objectif de propager les informations de routage aussi rapidement que possible. Quand un nœud reçoit un paquet de mise à jour, il le compare avec les informations existantes dans sa table de routage. Toute entrée dans la table est mise à jour si l'information reçue est plus récente (ayant un numéro de séquence plus grand), ou si elles ont le même numéro de séquence mais avec une distance plus courte.

Dans le protocole DSDV, une unité mobile doit attendre jusqu'à ce qu'elle reçoive la prochaine mise à jour initiée par la destination afin de mettre à jour l'entrée associée à cette destination dans la table de distance. De ce fait, la réaction de DSDV aux changements de la topologie est considérée lente. D'autre part, ce protocole cause une

charge de contrôle importante dans le réseau à cause des paquets de mise à jour envoyés périodiquement ou à la suite des événements.

I.8.2.2.3 Le protocole GSR

Le protocole GSR (Global State Routing), est un protocole proactif à état de liens où chaque nœud connaît la topologie globale du réseau ce qui lui permet de calculer les routes pour atteindre chaque destination. GSR diffère des protocoles à état de liens dans le fait que les nœuds ne diffusent pas leurs états de liens à tout le réseau, mais ils se limitent à l'envoyer aux voisins uniquement. Ainsi, GSR réduit le trafic des paquets de contrôle. Le problème de GSR est la taille de ses paquets de mise à jour (table de topologie) qui peuvent devenir considérable si le réseau contient un grand nombre de nœuds. En plus, il a une lenteur dans la détection des changements de la topologie.

I.8.3 Protocoles hybrides

I.8.3.1 Le protocole ZRP

Le protocole de routage ZRP (Zone Routing Protocol), est un protocole hybride qui combine les deux approches proactives et réactive. Le protocole ZRP divise le réseau en différentes zones. Pour chaque nœud, il définit une zone de routage exprimée en nombre de sauts maximal σ . Ainsi, la zone de routage d'un nœud inclut tous les nœuds qui sont à une distance au maximum de σ sauts. Les nœuds qui sont exactement à σ sauts sont appelés nœuds périphériques.

À l'intérieur de cette zone, ZRP utilise un protocole proactif et à l'extérieur de cette zone de routage, il fait appel à un protocole réactif.

Le protocole proactif est IARP (IntraZone Routing Protocol), et celui réactif est IERP (InterZone Routing Protocol), Chaque nœud doit tout d'abord connaître ses voisins. Pour cela, ZRP utilise soit le protocole de contrôle d'accès au support (MAC) pour connaître les voisins immédiats ou le protocole NDP (NeighbourDiscovery Protocol) pour la transmission et la gestion des échanges de messages HELLO. Par la suite, chaque nœud invoque le protocole IARP pour découvrir les routes vers tous les autres nœuds qui se trouvent dans sa zone de routage. Cependant, le protocole IERP est utilisé à la demande pour chercher les routes entre un nœud et une destination qui se trouvent à l'extérieur de sa zone de routage. Un troisième protocole BRP (Bordercast Resolution Protocol), est inclus avec IERP pour guider la propagation des requêtes de recherche de route dans le

réseau. BRP utilise les données de la topologie fournies par le protocole IARP afin de construire sa liste des nœuds de périphérie et la façon de les atteindre.

I.8.4 Les protocoles de routage basés sur la géographique

Les protocoles de routage géographiques sont les plus adaptés pour les réseaux ad hoc de véhicules, puisque le mécanisme de routage se base sur les données géographiques des nœuds [4].

I.8.4.1 Le protocole A-STAR

Le protocole de routage A-STAR (Anchor-based Street and Traffic Aware Routing), est un protocole de routage basé sur la localisation (position) pour un environnement de communication véhiculaire métropolitain. Il utilise particulièrement les informations sur les itinéraires d'autobus de ville pour identifier une route d'ancre (Anchor route) avec une connectivité élevée pour l'acheminement des paquets. A-STAR adopte une approche de routage basée sur l'ancrage (Anchor based) qui tient compte des caractéristiques des rues. Un point est associé à chaque rue en fonction de sa capacité (grande ou petite rue qui est desservie par un nombre de bus différent). Les informations de routes fournies par les bus donnent une idée sur la charge du réseau véhiculaire dans chaque rue. Ce qui donne une image de la ville a des moments différents.

I.8.4.2 Le protocole UMB

Le protocole de routage UMB (Urban Multi hop Broadcast Protocol), est un protocole efficace de la norme 802.11, basé sur l'algorithme de diffusion multi saut pour les réseaux inter véhiculaires avec support d'infrastructure, dans le but de réduire les collisions et d'utiliser efficacement la bande passante. Contrairement aux protocoles de diffusion par inondation, UMB confie les opérations d'envoi et de reconnaissance des paquets aux nœuds les plus éloignés sans connaître à priori des informations sur la topologie du réseau.

UMB est décomposé en deux phases : la première appelée diffusion directionnelle, où le véhicule source sélectionne un nœud dans la direction de diffusion pour faire un relayage de données sans aucune information sur la topologie. La deuxième diffusion aux intersections pour disséminer les paquets dans toutes les directions, pour cela UMB

utilise des répéteurs installés dans les intersections pour l'envoi des paquets vers tous les segments. On suppose que chaque véhicule est équipé par un récepteur GPS (Global Position System) et une carte routière électronique. Le principal avantage du protocole UMB est la fiabilité de diffusion multi-saut dans les canaux urbains.

I.8.4.3 Le protocole GyTAR

Le protocole de routage GyTAR (*improved Greedy Traffic-Aware Routing Protocol*), est un protocole de routage géographique basé sur la localisation (position) et adapté aux réseaux véhiculaires capable de trouver des chemins robustes dans un environnement urbain. L'objectif de ce protocole est de router les données de proche en proche en considérant les différents facteurs spécifiques à ce genre d'environnements/réseaux. Ce protocole suppose que chaque véhicule connaît sa position courante et ceci grâce au GPS.

De plus un nœud source est sensé connaître la position du destinataire pour pouvoir prendre des décisions de routage, cette information est donnée par un service de localisation tel que GLS (*Grid Location Service*) et peut déterminer la position des intersections voisines à travers des cartes numériques.

I.8.4.4 Le protocole VADD

Le protocole de routage VADD (*Vehicle-Assisted Data Delivery*), est un protocole de routage qui prend en considération le contexte des réseaux de véhicules et exploite le mouvement prévisible des véhicules pour décider de retransmettre ou non le message. Il utilise particulièrement les informations sur le trafic routier au niveau d'une route pour estimer le délai mis par un paquet pour parcourir un tel segment. Par conséquent, les paquets seront acheminés le long d'un chemin ayant le plus faible délai de bout en bout.

I.8.4.5 Le protocole MORA

Le protocole de routage MORA (*MOVement-based Routing Algorithm*) exploite la position et la direction de mouvement de véhicules pour adapter les décisions de retransmission au contexte des véhicules et faire face ainsi à la forte mobilité des nœuds et au changement assez fréquent de la topologie. Analyse des protocoles de routage dans les réseaux VANET.

I.8.4.6 Le protocole GPSR

Le protocole de routage GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing), est donc un protocole de routage basé sur la position, qui contient deux parties. La première correspond à une méthode de choix du prochain nœud transmetteur qui aura le rôle de retransmettre les paquets, et cela tout en se basant sur les informations de position des voisins (nœuds candidats) et de la destination des paquets. Cette méthode consiste à choisir le candidat qui est à une distance la plus proche à vol d'oiseau de la destination. La deuxième partie de GPSR est en fait une méthode pour contourner les obstacles et les zones géographiques vides, qui ne présentent aucun candidat transmetteur dans le voisinage.

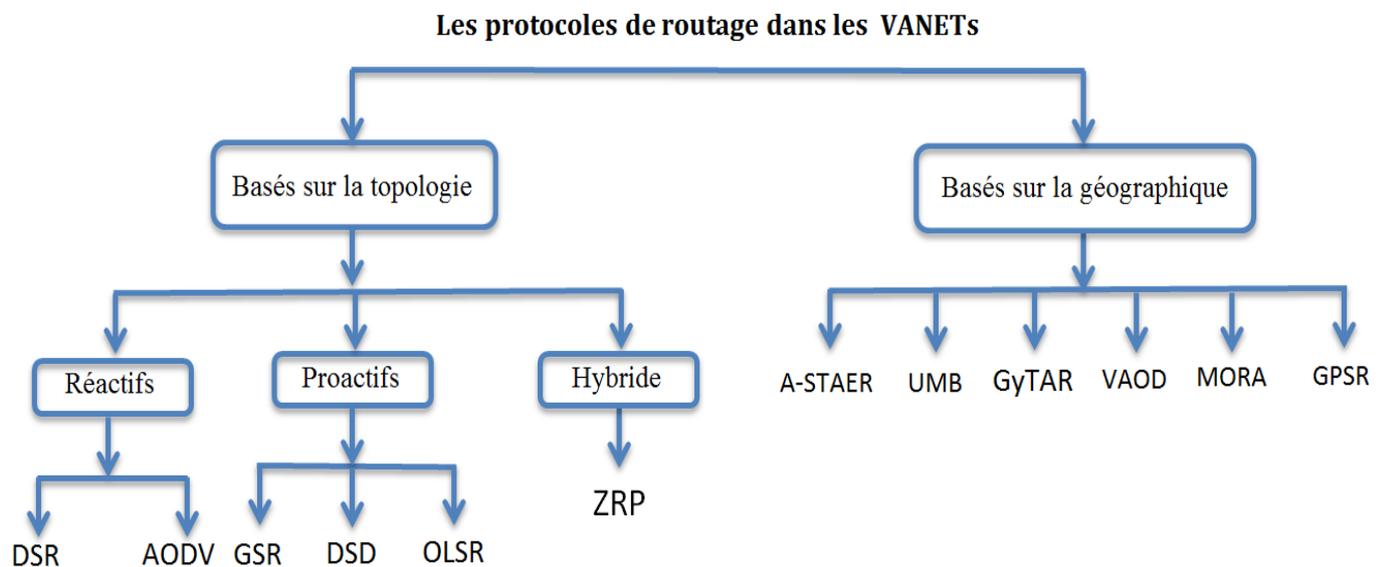


Figure 8 : Les protocoles de routage dans les réseaux VANETs

I.9 Architecture d'un réseau VANET

Un réseau VANET est perçu comme un cas particulier de réseaux MANETs dans lesquels les contraintes d'énergie sont relaxées, et où le modèle de mobilité n'est pas aléatoire, mais prévisible (réseau routier), avec une très forte mobilité. Cette architecture peut être utilisée dans les scénarios de diffusion d'alertes (p.ex., freinage d'urgence, collision, ralentissement, etc.) ou pour la conduite coopérative (p.ex., la priorité au carrefour, la consigne de vitesse au feu, l'indication de raccourcis, l'assistance

de changement de voie, le contrôle d'accès, la réservation de places de parking, etc.). En effet, dans le cadre de ces applications pour la sécurité routière, les réseaux à infrastructure montrent leurs limites surtout en termes de délai; aussi le soutien de l'infrastructure n'est pas prévu pour être disponible de façon partout. Il est clair qu'une communication ad-hoc multi-sauts est plus performante qu'une communication passant par un réseau d'opérateurs.

Dans ce mémoire, nous nous concentrons sur la simulation d'un réseau VANET, qui jouera un rôle important dans les réseaux véhiculaires.

L'intégration des communications et des fonctions informatiques dans les véhicules est faite dans le but de réaliser la communication des véhicules. Le but principal de VANET est de fournir : (1) La prévention et la sécurité routière, les VANETs peuvent améliorer la prévention routière de façon significative, en alertant le conducteur d'une situation dangereuse. Ils permettent également d'élargir le champ de perception du conducteur à celui de l'ensemble des véhicules avec lesquels il peut communiquer, alertes en cas de violations imminentes ou des feux de circulation, notification en cas de freinage urgent; (2) L'optimisation du trafic, le trafic automobile peut être grandement amélioré grâce à la collecte et au partage des données collectées par les véhicules. Une voiture peut, par exemple, être avertie d'un embouteillage, d'un éboulement de rochers ou d'un accident avant qu'elle ne s'en approche, ce qui lui permet de ne pas emprunter la route qui y mène;

(3) Le confort des passagers, les réseaux véhiculaires peuvent aussi améliorer le confort des passagers. En dehors de la sécurité routière et de l'efficacité, les VANETs peuvent également soutenir d'autres applications comme le télépéage, l'accès Internet, le parking, le divertissement instructif, les mises à jour du trafic, etc. Pourtant, la sécurité est restée le principal objectif de la recherche VANET. Une littérature abondante est disponible sur le classement des applications VANET.

Afin de faire communiquer les véhicules, il nous faut un système facile à mettre en place et viable en extérieur. Un dispositif électronique spécial sera placé à l'intérieur

De chaque véhicule, qui fournira la connectivité ad-hoc de réseau pour les passagers. Ce réseau tend à fonctionner dans n'importe quelle communication d'infrastructure, de client ou de serveur. Chaque véhicule embarque une plateforme de communication appelée OBU (On Board Unit). Cette plateforme est utilisée par une ou par plusieurs

applications appelées AUs (Applications Units). Quant aux points d'accès disposés le long des routes et constituant l'infrastructure fixe, ils sont nommés RSUs (Road-Side Units). Les véhicules équipés des OBU seront des nœuds dans le réseau ad-hoc et ils pourront recevoir et transmettre par relais d'autres messages dans le réseau sans fil. L'OBU est composé de : (1) Émetteur; (2) Antenne omnidirectionnelle; (3) Processeur; (4) Appareil GPS; (5) Cartes numériques; et (6) Capteurs [5].

I.9.1 Application Unit (AU)

L'AU est l'appareil équipé dans le véhicule qui utilise les applications fournies par le fournisseur à l'aide de la communication des capacités de l'OBU.

L'AU peut être un dispositif dédié à la sécurité d'applications ou un dispositif normal tel qu'un assistant numérique personnel (PDA), l'AU peut être connecté à l'OBU via une connexion filaire ou sans fil et peut résider avec le OBU dans une seule unité physique; la distinction entre l'AU et l'OBU est logique. L'AU communique avec le réseau uniquement par l'intermédiaire de l'OBU qui prend la responsabilité de toutes les fonctions de mobilité et réseau.

I.9.2 Road side Unit (RSU)

Le RSU est un dispositif d'onde fixe habituellement le long du bord de la route ou dans les emplacements dédiés comme aux intersections ou près des espaces de stationnement.

Le RSU est équipé d'un dispositif de réseau pour un dédié la communication de courte portée basée sur la technologie de radio IEEE 802.11p, et peut également être équipé d'autres dispositifs de réseau de manière à être utilisé aux fins de la communication au sein de l'infrastructure de Réseau (**fig. 9**). Selon C.C. Communication Consortium, les principales fonctions et les procédures associées à la RSU sont:

1. Extension de la portée de communication du réseau ad hoc par re-distribuer les informations à d'autres dispositifs embarqués et en envoyant les informations à d'autres unités d'actions restreintes afin de le transmettre autre OBU [6].

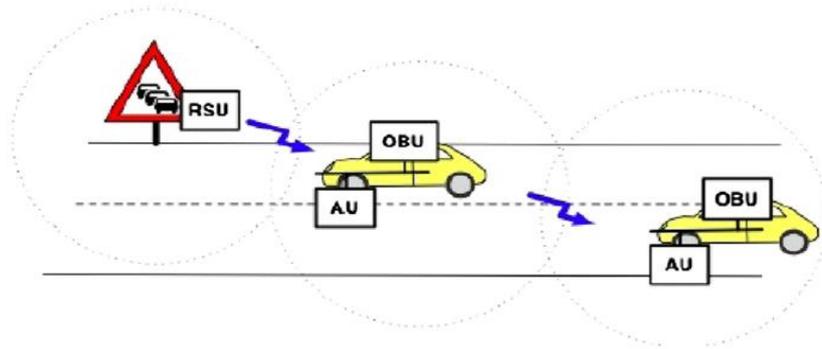


Figure 9 : RSU travail comme source d'informations (l'exécution d'applications de sécurité).

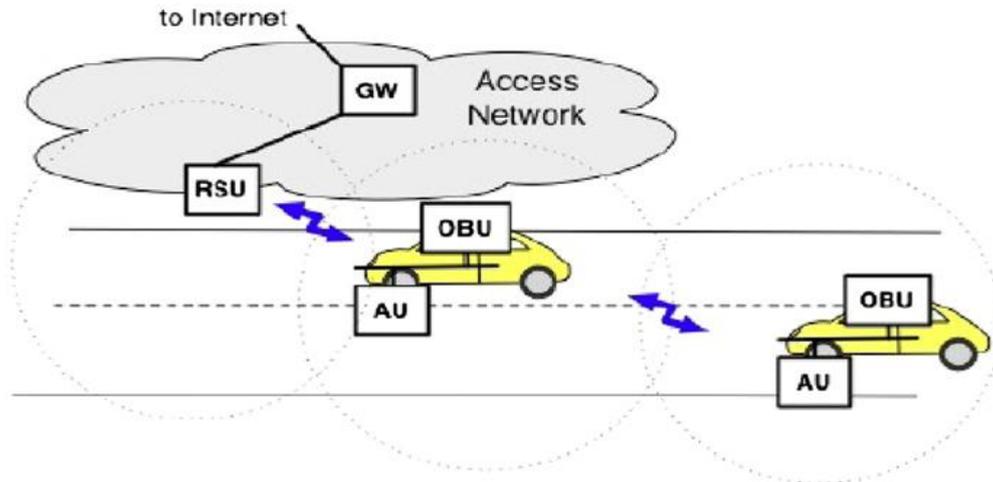


Figure 10: RSU fournit une connectivité Internet à l'OBU

I.9.3 On Board Unit (OBU)

Un OBU est un dispositif à ondes généralement monté à bord d'un véhicule utilisé pour échanger des informations avec RSU ou avec d'autres OBU. Il est constitué d'un processeur de commande de ressources (RCP), et des moyens inclure une mémoire de lecture / écriture utilisé pour stocker et récupérer des informations, une interface utilisateur, une interface spécialisée à connecter à d'autres OBU et un dispositif de réseau de communication sans fil de courte portée basé sur la technologie de radio IEEE 802.11p. Il peut en outre inclure un autre dispositif de réseau pour les applications non-sécurité basée sur d'autres technologies radio telles que IEEE 802.11a / b / g / n. L'OBU se connecte à la RSU ou à d'autres OBU par un lien sans fil basé IEEE sur le canal de fréquence radio de 802.11p, et est responsable pour les communications avec d'autres OBU ou avec des unités d'actions restreintes; elle a également fournit un service de communication pour les données de l'UA et transmet sur compte d'autres dispositifs embarqués sur le réseau. Les principales fonctions de la OBU sont accès radio sans fil, ad hoc et routage géographique, contrôle de la congestion du réseau, transfert de

messages fiable, la sécurité des données et la mobilité IP [6].

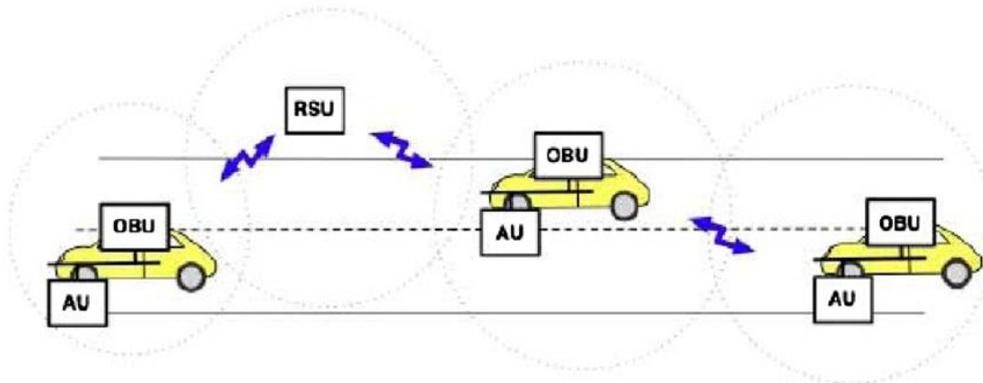


Figure 11: RSU étendre la portée du réseau ad hoc par l'avant les données de OBU

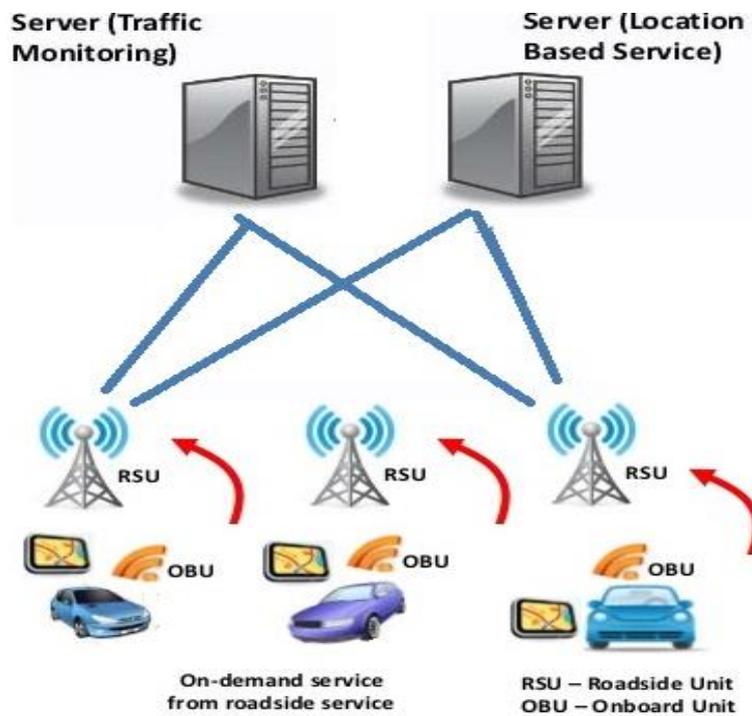


Figure 12: Architecture générale d'un réseau VANET

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons montré une généralité sur les réseaux VANET qui sont basées sur les réseaux Ad-Hoc ainsi que les protocoles de routage utilisés, Caractéristiques et finalement l'architecture des réseaux VANET.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons l'environnement CLOUD qui est l'espace de notre simulation de réseau VANET.

C *HAPITRE II*

LE CLOUD COMPUTING

C *HAPITRE II*

LE CLOUD COMPUTING

II.I Introduction

Depuis près de quatre ans maintenant, le « buzz » autour du concept de Cloud Computing est phénoménal et les possibilités qu'il offre aux entreprises sont considérables. CHAMPEAUX et BRET, dans leur ouvrage de 2000, le « cyber » entreprise, imaginait déjà des possibilités énormes avant l'explosion d'internet et la fiabilité et rapidité des réseaux ; peut-être n'imaginaient-ils pas alors qu'une entreprise pourrait aller jusqu'à externaliser son système d'information en ligne sur internet, c'est pourtant ce qui est rendu possible grâce au Cloud Computing.

Et les plus grandes sociétés de conseil en technologies telles Gartner et Forrester Research s'accordent sur le fait que le marché du Cloud Computing va exploser pendant l'année 2011. Pourtant, il semble que la définition même du concept de Cloud Computing révèle des zones d'ombres voire des contradictions dans les différentes approches. Dans un premier temps nous nous attacherons à définir les caractéristiques du Cloud Computing et montrer en quoi ce concept est réellement novateur dans ses approches technologiques et fonctionnelles.

Nous ferons une approche des potentiels qu'il peut apporter aux organisations. Nous aborderons aussi les risques et les craintes qu'il peut susciter, c'est un mode d'externalisation encore jeune et les retours d'expérience ne sont pas pléthoriques. Nous insisterons ensuite sur l'impact que le Cloud Computing génère au sein des équipes des systèmes d'information et sur les équipes informatiques en particulier. Nous souhaitons aborder ici l'influence ressource humaine de la technologie Cloud Computing sur les membres des équipes informatiques de groupes disposant d'une structure capable de gérer elle-même son SI, des organisations disposant d'une équipe en système

d'information. Après un état de l'art sur la notion d'informatique dans les nuages, nous nous attacherons à vérifier dans la pratique si des experts en système d'information confirment nos hypothèses sur la problématique suivante : Y a-t-il un impact lié à l'arrivée d'une technologie comme le Cloud Computing sur les équipes informatiques des systèmes d'informations ? Appuyé par deux publications du CIGREF et par l'entretien de quatre professionnels, nous vérifierons donc si l'arrivée de Cloud Computing induit des effets sur les équipes informatiques et leur organisation [7].

Dans ce chapitre nous décrivons les modèles de déploiement du Cloud Computing, types du Cloud Computing, caractéristiques..., Pour une bonne sélection de notre architecture Utilisé dans la technologie VANET.

II.1 Historique du Cloud Computing

Comme tous les concepts relevant autant de l'économie que de la technologie, il est difficile de dire avec précision quand a été inventé le Cloud computing. Selon certains, il faut remonter en 1960, avec les travaux de l'Américain John McCarthy (1927-2011), un des pionniers de L'intelligence artificielle qui considérait d'emblée l'informatique comme un service Selon une autre source, c'est l'avènement des réseaux dans les années 1970 qui a rendu possible l'exécution déportée des tâches informatiques. D'autres enfin mentionnent le fait qu'Amazon, Site de commerce électronique de dimension mondiale, a trouvé dans le Cloud computing une solution élégante à la sous-utilisation de son parc de serveurs informatiques en dehors des périodes de fête (qui représentent en termes de commandes un pic temporel ponctuel d'utilisation). En louant ses serveurs à la demande et en proposant à ses clients ses outils S3 (Simple Storage service) et EC2 (elastic compute Cloud), qui offrent respectivement des services de stockage de données et de calcul, Amazon a pu rentabiliser ses propres investissements en matériel informatique. L'expression « Cloud computing » a, quant à elle, Été citée pour la première fois en 1997 par un professeur en systèmes de l'information, Ramnath Chellappa, qui a défini les limites de l'informatique non en termes techniques mais en termes économiques. D'autres sociétés, comme Sales forces, Google 101, ou IBM ont Commencé dès 1999, à développer une économie numérique fondée sur ces principes. Toutes ces entreprises de dimension mondiale participent de manière active à la création de centres (data-centres ou clusters) offrant une puissance de calcul et de

stockage inégalée. Ces data-centres sont un des enjeux stratégiques majeurs de la décennie 2015-2025 [8].

II.2 Définition du « Cloud Computing » ou «Nuage Informatique»

Le Cloud computing est un modèle pour permettre omniprésent, pratique, l'accès réseau sur demande à un pool partagé de ressources informatiques configurables (par exemple, réseaux, serveurs, stockage, applications et services) qui peuvent être provisionnées rapidement et libérés avec un effort minimum de gestion ou prestataire de services interaction. Ce modèle de nuage est composé de cinq caractéristiques essentielles, trois modèles de services et quatre modèles de déploiement .

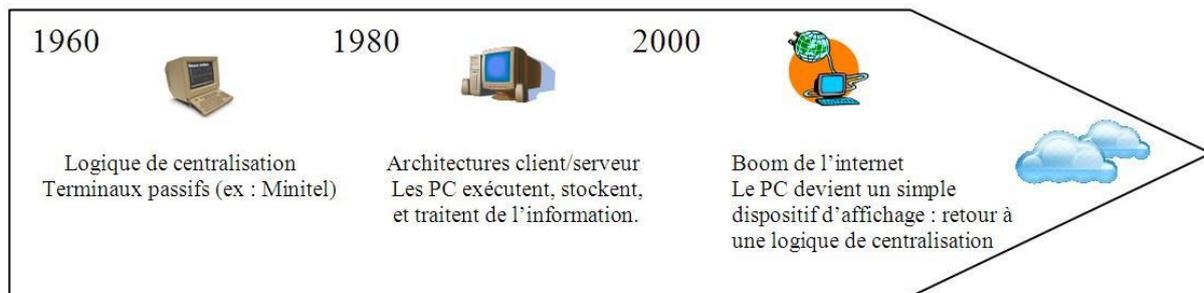


Figure 13 : Evolution de l'informatique depuis le Minitel jusqu'au Cloud Computing.

Le National Institute of Standards and Technology (NIST) en a donné une définition qui est souvent citée comme référence. Cette définition a été reprise dans le magazine Global Security Mag et nous souhaitons vous la faire partager :

« L'informatique dans les nuages » est une nouvelle façon de délivrer les ressources Informatiques, et non une nouvelle technologie. »

C'est un modèle qui permet l'accès au réseau à la demande. Les ressources sont partagées et la puissance de calcul est configurable en fonction des besoins. Le client peut bénéficier d'une flexibilité importante avec un effort minimal de gestion.

Les applications proposées en mode Cloud Computing ne se trouvent plus forcément sur un serveur informatique hébergé chez l'utilisateur mais dans un « nuage » formé de L'interconnexion de serveurs géographiquement distincts réalisée au niveau de fermes de serveurs géantes (également appelées datacenters¹). Ceci est rendu possible par le procédé de virtualisation qui consiste à faire fonctionner plusieurs systèmes

d'exploitation ainsi que leurs applications associées sur un seul serveur physique. La virtualisation permet ainsi de recréer plusieurs ordinateurs virtuels sur une seule et même machine physique [8].

II.3 Caractéristiques de CLOUD Computing

Sujet d'actualité par excellence, il convient de revenir sur la définition du Cloud Computing afin de le caractériser précisément ceci afin d'éclaircir l'imbroglio actuel. Il s'avère en effet que le sujet prête à une certaine confusion chez les dirigeants ou les DSI, OUELLET l'a relevé dans un de ses article : « Un sondage Léger Marketing [...] révèle que 62% des dirigeants et 23% des directeurs TI comprennent mal le concept d'informatique en nuage » (OUELLET A. Québec Express, 20/04/2011).

Une définition donnée par le Burton Group caractérise le Cloud Computing de façon synthétique : « Cloud Computing Is the set of disciplines, technologies, and business model used to render IT comptabilities as on-demand services ». Le Cloud Computing est donc la mise à disposition de ressources de technologies de l'information sous forme de services. Il est basé sur un modèle économique particulier. Littéralement, Cloud Computing peut se traduire par l'informatique en nuage, le terme nuage représentant usuellement internet et par là signifiant le déportement de services informatiques en « ligne ».

D'un aspect purement technique, le Cloud Computing n'est pas en soi une technologie nouvelle, le Cloud Computing provient de l'aboutissement de plusieurs technologies existantes antérieurement : internet et la virtualisation le tout appuyé sur un réseau fiable et à haut débit. La virtualisation étant la mutualisation des moyens techniques informatiques, sur une seule machine physique on peut exécuter plusieurs machines virtuelles donc plusieurs systèmes d'exploitation et de multiples applications, cette virtualisation permet de déporter l'informatique interne d'une organisation sur une grille de serveurs virtuels accessible via le réseau internet. Après les architectures de mainframe et de clients/serveurs, le Cloud Computing tend à s'imposer comme un nouveau modèle.

Pour l'aspect « services » et d'après les spécialistes du Cloud Computing, l'informatique change d'ère et devient un service consommable à l'instar de l'électricité, dans son

ouvrage *The Big Switch: Rewiring the World, From Edison to Google*, Nicholas Carr fait cette analogie avec l'électricité que chacun consomme comme un service sans connaître précisément son origine et sa mise en œuvre. Le Cloud Computing amènerait donc l'informatique vers une ère de service où chacun puiserait les fonctions ou matériels qui l'intéresse que ce soit pour des besoins personnels ou professionnels. Avant de s'attaquer au milieu professionnel, certains acteurs du Cloud Computing ont d'ailleurs conquis de nombreux utilisateurs privés qui ont adopté leurs technologies, on peut citer Gmail pour la messagerie « offerte » par Google et Windows Live pour Microsoft.

On peut également indiquer que le Cloud Computing permet d'accéder à ses données depuis n'importe quel appareil quel que soit l'endroit où l'on se trouve, permettant ainsi la mobilité des utilisateurs.

Après cette définition générale, on doit peut donner une vision plus pragmatique du Cloud Computing en décrivant ses différents types et ses multiples modèles de déploiement. Les

Différentes terminologies et définitions qui suivent sont issues du NIST pour National Institute of Standards and Technology.

Pour les différents types de Cloud Computing que l'on décrit aux points suivants, des caractéristiques générales sont applicables pour chacun d'eux. En effet, avec le Cloud Computing, il s'agit toujours de libre-service à la demande, d'un accès au réseau internet, de la mutualisation de ressources, de l'élasticité simple et rapide à mettre en œuvre et un service facturé à la consommation effective.

Le libre-service à la demande permet aux entreprises clientes des fournisseurs de Cloud Computing de faire évoluer automatiquement les capacités informatiques mises à leur disposition de façon continue. L'accès au réseau internet est maintenant très fiable et rapide, il est nécessaire pour profiter des services du Cloud et administrer et suivre les services consommés. La mutualisation des fournisseurs de Cloud Computing permet la mise en commun des ressources informatiques regroupées pour servir les multiples entreprises utilisatrices, les différentes ressources physiques sont virtuelles et non localisées précisément; elles sont affectées dynamiquement en fonction de la demande. L'élasticité rapide permise par le Cloud Computing est un argument majeur car les

capacités nécessaires à une organisation peuvent être rapidement provisionnées, et dans certains cas automatiquement, la puissance de calcul ou un nombre de serveurs nécessaires au traitement de données peut varier en fonction des besoins, on casse ici le modèle surcapacité/sous capacité. Le service utilisé est mesuré et facturé en fonction de l'utilisation des ressources qui peut être surveillée et contrôlée, permettant une transparence entre le fournisseur et l'entreprise utilisatrice [7].

II.4 Les Entreprises qui Utilisent le CLOUD Computing

II.4.1 Amazon

La location des ressources non-utilisées par le site-marchand à des entreprises donne l'idée À la société de Seattle de mettre en place un ensemble de services web destinés à plusieurs Types de clients. Le catalogue de services s'est enrichi avec le temps, et on compte Désormais une quinzaine d'offres de services. L'offre la plus connue est certainement « Amazon Elastic Compute Cloud », ou EC2, qui permet un déploiement de machines virtuelles directement par le client, de manière automatisée et en fonction du besoin, d'où le Terme d'élastique.

II.4.2 Sales Force

Salesforce.com est une société qui a lancé dès 2003 des offres de Cloud public. C'est Officiellement le plus ancien prestataire dans ce domaine. Aujourd'hui encore, leurs offres Sont uniquement composées de Cloud Public, et adressées aux entreprises (surtout les Grands comptes). Les outils proposés sont tournés vers le travail collaboratif, la gestion des Ventes et le marketing relationnel.

II.4.3 Microsoft Azure

Après avoir éprouvé quelques difficultés à prendre pleinement la mesure du potentiel Présenté par internet, Microsoft est à un tournant dans son existence. Désormais, Microsoft Est décidé à devenir un acteur majeur du Cloud Computing. Lors d'une conférence en 2010 À Washington, il a été annoncé que Microsoft investirait jusqu'à 90% de sa force de travail Sur des projets en rapport avec le Cloud Computing dans un futur proche. La firme de Redmond fait désormais la promotion de ses deux principaux produits liés au Cloud Computing: Office 365 et Windows Azure.

Office 365 : il s'agit d'une transposition on-line de la suite bureautique Microsoft. L'objectif est

Simple : concurrencer la suite bureautique en ligne de Google. Microsoft entend adapter ses Prix en fonction du client, à savoir que les petites structures paieront un prix plus adapté à Leur besoins.

Avec Windows Azure, Microsoft met en place un « Operating System in the Cloud », offrant Aux développeurs une plate-forme capable d'héberger en ligne tout ou partie de leurs Applications avec un haut niveau de disponibilité et un haut degré d'adaptabilité Windows Azure reste destiné aux entreprises et n'a pas vocation a être utilisé du « grand » public.



II.4.4 Google

Lancé en avril 2008, Google AppEngine est une plateforme de conception et d'hébergement D'applications web basée sur les serveurs de Google.

La première version de ce service est sortie avec la possibilité d'enregistrer uniquement des Comptes gratuits. Il est désormais possible d'acheter davantage de ressources. De plus, de Nombreuses fonctionnalités sont venues étayer l'offre de ce service ainsi que des outils Facilitant le développement et la gestion des applications.

Google semble être un des seuls acteurs majeurs de l'industrie informatique à vouloir mettre En place une stratégie "par le bas", en s'attaquant au grand public.



II.4.5 Oracle

Le géant des bases de données s'est aussi engagé dans la bataille du Cloud Computing. Des outils Oracle comme Siebel CRM, People Soft ou Beehive sont proposés en mode Hébergé. Oracle a signé un partenariat avec Amazon, ce dernier proposant désormais aux Développeurs de travailler avec les bases de données d'Oracle.



II.4.6 IBM, Dell et HP

IBM a investi dans 13 Datacenter à travers le monde et a proposé une solution hébergée de Bureautique et de travail collaboratif dès 2008 avec « Lotus Live ».

Dell et HP ont été plus médiatisés qu'IBM concernant le Cloud, notamment en raison du Rachat très disputé de 3par, société spécialisée dans le stockage massif de données (l'achat Étant finalisé par HP). Dell n'a toutefois pas abandonné l'idée de faire son entrée dans le Monde du Cloud via notamment l'achat de deux sociétés :

EqualLogic, société spécialisée dans la virtualisation, Boomi, société spécialisée dans le Cloud Computing et plus précisément dans une solution SaaS nommée Atmosphère.

Ce faisant, Dell compte homogénéiser son offre en proposant des services web qui viendront se greffer aux solutions de stockage déjà existantes [9].

II.5 Les Modèles de Services de CLOUD Computing

On peut distinguer 4 différents types de ressources communément décrites par des sigles de 4 lettres : IAAS pour le hardware, PAAS pour le middleware, SAAS pour les logiciels et XAAS de façon générale.

La première typologie concerne la couche, comme le montre le schéma ci-dessous :

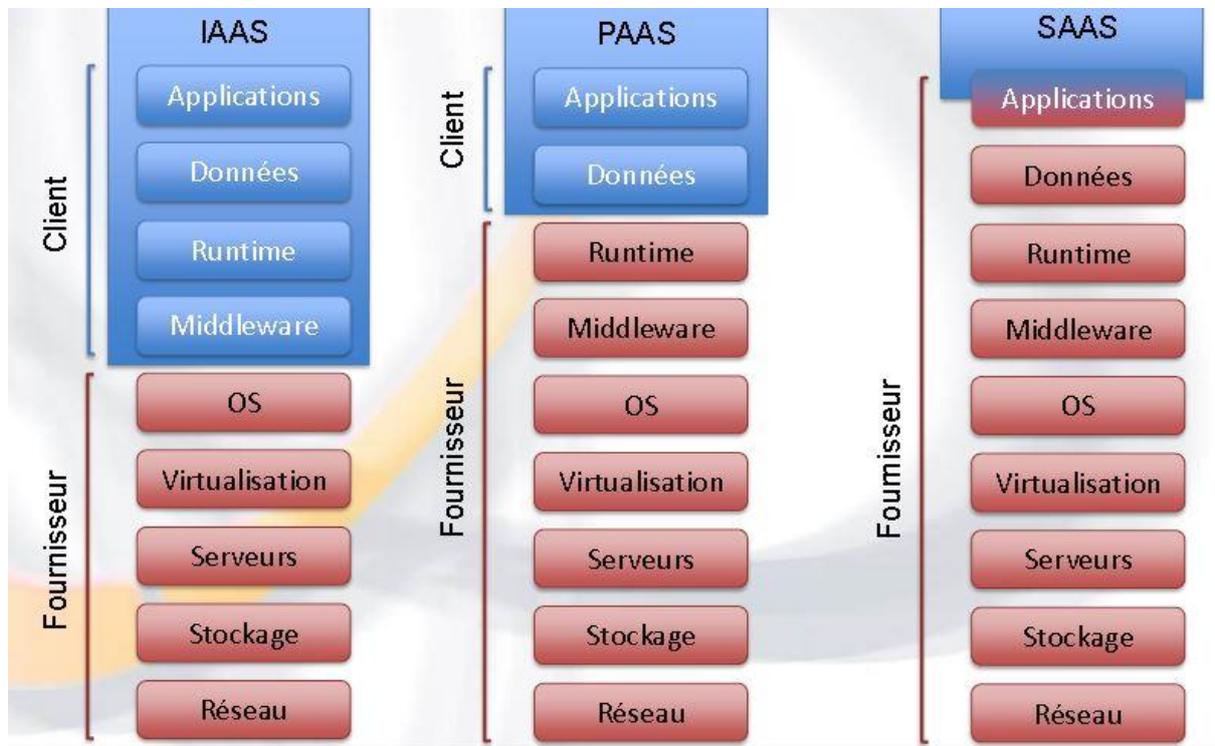


Figure 14 : Les 3 modèles de CLOUD Computing

II.5.1 Infrastructure As A Service (IAAS)

L'IAAS pour Infrastructure As A Service, désigne la couche basse du Cloud Computing et peut être considéré comme un point d'entrée dans les technologies du Cloud. L'IAAS est la mise à disposition de ressources matérielles comme des unités de puissance de calcul, de traitement, des capacités de stockage. Le fournisseur met donc à disposition de ses clients des serveurs « virtualisés » évolutifs suivant la demande.

Cette infrastructure sera pilotée et administrée par l'entreprise cliente. Auparavant, l'entreprise cliente louait un serveur physique aux caractéristiques bien déterminées,

elle peut maintenant louer un serveur dont les ressources peuvent évoluer en fonction de ses besoins de façon dynamique. Pour L'IAAS, le fournisseur mutualise les ressources grâce à la virtualisation de ses serveurs, de son réseau (infrastructure et liaisons) et de ses capacités de stockage (SAN, NAS, Backup sur bande par exemple).

Si on illustre l'IAAS par l'exemple, on peut citer plusieurs possibilités : l'IAAS permet un choix hardware et de systèmes d'exploitation différent de ce qui existe en interne - pour les clients, l'IAAS assure une connectivité internet garantie continue -- il permet l'installation des applications - il est adapté à un lancement du service sans investissement « lourd » - il permet d'éprouver les performances des applications...

D'après une étude Pierre Audoï Consultants, l'IAAS représente environ 50% du marché du Cloud dans le monde et sa progression est constante depuis 2008. Du côté des fournisseurs, le marché est également en pleine effervescence, de quelques acteurs en 2008, les annonces de services Cloud IAAS explosent, on peut citer les plus connus : Microsoft avec Windows Azure, Amazon avec Amazon Web Services, VMware avec VMware vSphere [7].

II.5.2 Platform As A Service (PAAS)

Evolution de l'IAAS, le PAAS pour Platform As A Service propose davantage que la seule couche matérielle. Si le PAAS s'appuie également sur les infrastructures du Cloud, il propose également des éléments de middleware (bases de données, serveurs d'application comme Apache Tomcat,...). Ces plates-formes sont donc directement utilisables par des éditeurs qui proposeront leurs logiciels en mode Cloud. Ici, la responsabilité du fournisseur est au niveau du matériel et des services middleware proposés alors que la responsabilité de l'éditeur se situe du côté des logiciels qu'il installera sur le PAAS et de l'exploitation qui en est faite.

Le PAAS offre des ressources machines et de l'espace de stockage mais est aussi une plateforme d'exécution pour les logiciels d'un éditeur qui souhaite disposer d'une vitrine Cloud. On peut noter toutefois que ces plateformes sont très souvent spécifiques à des langages ou à des bases de données (Apache, langage PHP, base Mysql ou bases non SQL¹ par exemple) et les applications déployées par les entreprises utilisatrices de PAAS devront être compatibles. Les offres de PAAS incluent généralement les notions de

temps de processeur, d'espace de stockage utilisée et de bande passante consommée. L'entreprise utilisatrice paiera ensuite en fonction de ce qu'elle a consommé. Par rapport aux deux autres modes de Cloud Computing (on verra le SAAS au point suivant), le marché est naissant mais en pleine croissance. On retrouve ici des fournisseurs d'IAAS comme Amazon et Google mais aussi Sales Force. Pour l'instant, le PAAS est peu utilisé

II.5.3 Software As A service (SAAS)

Enfin, la version la plus aboutie du Cloud Computing est le mode SAAS pour Software As A service. Ici, l'entreprise utilisatrice est complètement détachée des problématiques matérielles et middleware, le SAAS est en effet la proposition de progiciels en mode service sans opérations pour l'entreprise qui les utilise. Ce service est rendu possible via un réseau conséquent qui doit supporter cette charge de consommation. Le SAAS propose donc des applications mises à la disposition des utilisateurs finaux. Ces derniers n'ont seulement besoin que d'une connexion internet et d'un Apache pour le logiciel serveur http, PHP pour le langage de programmation orienté Web et SQL pour (Structured Query Language) qui est un langage de manipulation de données.

Navigateur et les applications sont alors accessibles de leur terminal qui peut être un ordinateur mais aussi un Smartphone, une tablette... L'utilisation de SAAS pourrait se résumer vulgairement par l'ouverture d'un compte, le paiement en ligne et l'utilisation du logiciel sans aucune connaissance technique préalable. L'entreprise utilisatrice se dégage de la gestion d'espace de stockage, de puissance machine ou même de mise à jour de logiciel, tout est administré par le fournisseur.

Tout comme l'IAAS, le SAAS représente pratiquement 50% du marché du Cloud dans le monde et sa progression est également conséquente, CLERGUE l'indique dans son étude sectorielle : « selon le cabinet Gartner, le marché mondial du SAAS a grimpé de 17,7% en 2009. Il représente aujourd'hui environ 10% du marché global du logiciel. En 2014, cette proportion devrait passer à 16% et peser 40,5 milliards de dollars, soit une croissance annuelle de 25 % en moyenne, selon IDC, un autre cabinet spécialisé ». On retrouve encore ici des grands noms de l'informatique avec Microsoft, Google, SAP, Sales Force et aussi des entreprises françaises comme Cegid et Esker...

Tous les types de logiciels ne sont pas présents en mode SAAS mais on peut citer en exemple la disponibilité SAAS des services de gestion de la relation client (CRM.), de messagerie électronique (Google APPS, Microsoft Live...), de réunion virtuelle (Chat, Visioconférence...), de dématérialisation des documents, de portail d'entreprise (Extranet / Intranet...), la liste n'est pas exhaustive et surtout n'est pas figée, elle évolue car l'intérêt des éditeurs est clairement de fournir des services via Internet et d'être présent rapidement sur ce marché [7].

II.5.4 Anything As A Service XAAS

En corollaire aux termes vus précédemment, une métamorphose de l'ensemble des services informatiques se conjuguent maintenant en AAS, avec le X pour variable, on obtient le sigle XAAS pour Anything As A Service.

Tous les services accessibles depuis internet et déployés en mode Cloud sont donc regroupés sous une même appellation. Si ce nouveau acronyme cache en fait des services assailable aux SAAS, dans son article *Thinking Beyond SaaS As We Know It*, WAINWRIGHT pense que le Cloud doit permettre autre chose que l'offre de logiciel traditionnel: «SaaS as we know it has focused too often on simply taking traditional applications and putting them online, but there's so much more potential to be realized from thinking beyond those old application paradigms and envisioning new possibilities enabled by the Web».

II.6 Les Différents Modèles de Déploiement de CLOUD Computing

Il existe trois formes de déploiement du Cloud Computing:

Types of Cloud

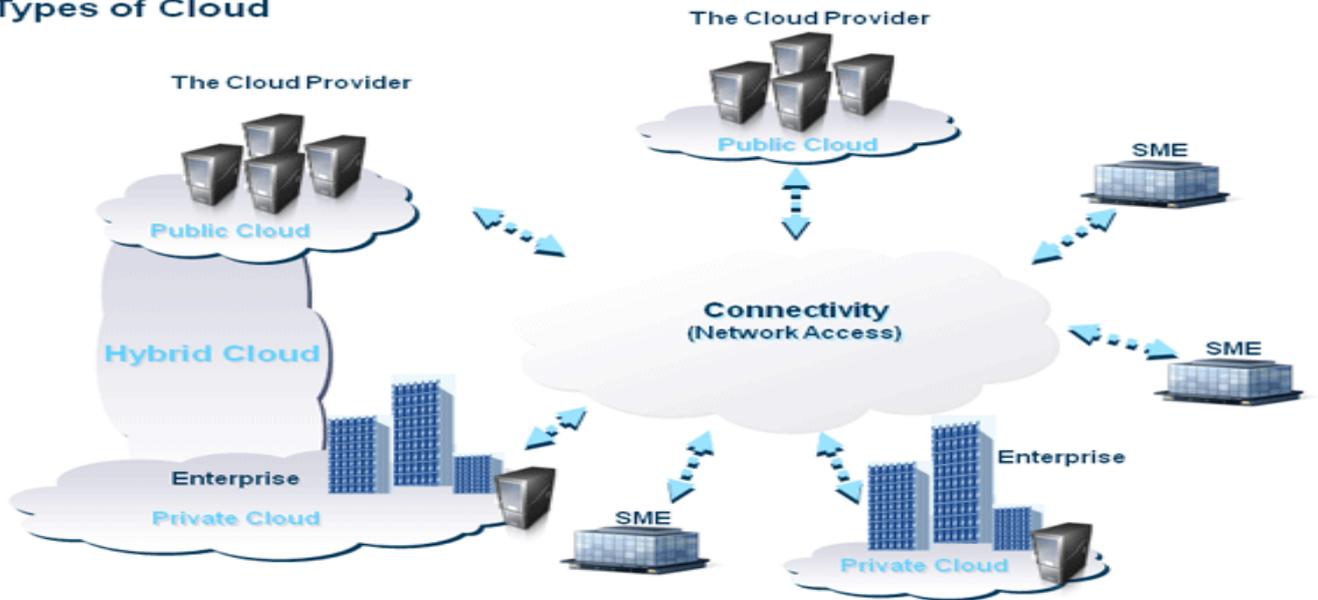


Figure 15 : *Différentes Types de CLOUD Computing.*

II.6.1 Les CLOUD privés

Ensemble des ressources sont exclusivement mises à disposition d'un seul Client. Le Cloud privé peut être géré par l'entreprise utilisatrice elle-même ou par un Prestataire externe [9].

II.6.2 Les CLOUD publics

Les utilisateurs ont accès à des services Cloud via l'Internet public sans savoir précisément où sont hébergées leurs données ni où sont exécutés leurs traitements. Les Ressources informatiques et bases de données de l'utilisateur peuvent être hébergées dans n'importe quel Datacenter du prestataire et peuvent passer d'un Datacenter à l'autre afin d'optimiser les capacités du prestataire [8].

II.6.3 Les CLOUD communautaires

Terme désignant un Cloud ou « nuage » qui permet à plusieurs Entreprises ou organisations de partager des ressources en mode Cloud, ces ressources étant exclusivement dédiées à ces organisations (avec des dispositifs d'allocations des ressources ou de répartition de charge entre elles).

II.6.4 Les COULD hybrides

Ils associent à la fois des infrastructures et des Cloud privés et publics. Une partie des données ou des infrastructures est gérée en interne par l'entreprise, dans ses locaux ou chez un prestataire et communique avec des ressources Cloud .

Le Cloud hybride permet de différencier le lieu de traitement des données selon qu'elles soient stratégiques ou pas : les données sensibles pourront alors être traitées dans les murs de l'entreprise alors que les autres le seront par un Cloud public plus rentable, plus performant.

Le Cloud public peut également être une solution pour lisser un pic d'activité lorsque les Capacités de l'entreprise sont dépassées [9].

II.7 En résumé, le Cloud Computing

Les caractéristiques techniques du Cloud Computing sont donc :

- ✓ Du service informatique à la demande
- ✓ Lié à un accès réseau performant et rapide
- ✓ Accessible depuis n'importe quel terminal et de n'importe où
- ✓ Des mises en commun de ressources
- ✓ Une élasticité rapide
- ✓ Une facturation à l'usage

Basé sur 3 modèles de services :

- ✓ SAAS comme Google Apps, Salesforce.com,...
- ✓ PAAS : Microsoft azure, Google Apps Engine, Force.com..
- ✓ IAAS : Microsoft Azure, Amazon E

Appuyé par des modèles de déploiement différents :

- ✓ Cloud privé : interne ou externe mais propriétaire
- ✓ Cloud communautaire : pour une population, un groupe
- ✓ Cloud public : infrastructure déportée et propriété du fournisseur
- ✓ Cloud hybride : utilisation conjointe du Cloud privé et public

Mais quelles différences avec le pré Cloud Computing ? L'externalisation n'est pas nouvelle, MEISSONIER, dans son ouvrage "Externaliser le Système d'Information : Décider et Manager" l'évoque et l'analyse sans faire référence au Cloud en 2006 juste avant la naissance du phénomène. De nombreux autres ouvrages font référence à cette externalisation. Elle a été mise en place par de nombreuses entreprises et les services allaient de l'infogérance, de la tierce maintenance applicative, du co-sourcing à l'ASP pour Application Service Provider. Si les trois premiers modes perdurent, l'ASP tend à disparaître face au Cloud.

Quelles sont les différences entre l'ASP et le Cloud Computing ? Comme pour le Cloud, l'ASP propose des logiciels sur des plates-formes externes à l'organisation, la ressemblance avec le mode SAAS est évidente mais les différences sont là : le Cloud est lié à un usage mutuel des logiciels sur le Web alors qu'avec l'ASP, il s'agit davantage de l'hébergement en mode client-serveur à usage mono client. Le mode de paiement est encore différent, d'un paiement à la licence pour l'ASP, on passe à un paiement à l'usage pour le Cloud. Enfin les possibilités apportées par les nouvelles infrastructures dédiées aux Cloud permette l'élasticité et la mutualisation des ressources techniques et logicielles non abordées avec l'ASP. Avec l'arrivée du Cloud Computing et son potentiel marketing, les clients potentiels devront tout de même se méfier d'un « habillage Cloud » effectué par certains éditeurs qui ne pourront proposer toutes les possibilités annoncées par le Cloud Computing [7].

II.8 Avantages

Le *Cloud Computing* peut permettre d'effectuer des économies, notamment grâce à la mutualisation des services sur un grand nombre de clients. Certains analystes indiquent que 20 à 25 % d'économies pourraient être réalisées par les gouvernements sur leur budget informatique s'ils migraient vers le *Cloud Computing*. Comme pour la virtualisation, l'informatique dans le nuage peut être aussi intéressante pour le client grâce à son évolutivité. En effet, le coût est fonction de la durée de l'utilisation du service rendu et ne nécessite aucun investissement préalable (homme ou machine). L'« élasticité » du nuage permet de fournir des services évolutifs et peut permettre de supporter des montées en charge. Inversement, le fournisseur a la maîtrise sur les investissements, est maître des tarifs et du catalogue des offres, et peut se rémunérer d'autant plus facilement que les clients sont captifs.

L'abonnement à des services de *Cloud computing* peut permettre à l'entreprise de ne plus avoir à acquérir des actifs informatiques comptabilisés dans le bilan sous forme de CAPEX et nécessitant une durée d'amortissement. Les dépenses informatiques peuvent être comptabilisées en tant que dépenses de fonctionnement.

La maintenance, la sécurisation et les évolutions des services étant à la charge exclusive du prestataire, dont c'est généralement le cœur de métier, celles-ci ont tendance à être

mieux réalisées et plus rapidement que lorsque sous la responsabilité du client (principalement lorsque celui-ci n'est pas une organisation à vocation informatique).

- ✓ Chargement dynamique
- ✓ Fiabilité
- ✓ Flexibilité
- ✓ Bonne réponse
- ✓ Facilité pour monter à charge
- ✓ Facilité pour apprendre la technologie.

II.9 Inconvénients

Plusieurs catégories d'inconvénients existent :

L'utilisation des réseaux publics, dans le cas du *Cloud* public, entraîne des risques liés à la sécurité du *Cloud*. En effet, la connexion entre les postes et les serveurs applicatifs passe par le réseau internet, et expose à des risques supplémentaires de cyber attaques, et de violation de confidentialité. Le risque existe pour les particuliers, mais aussi pour les grandes et moyennes entreprises, qui ont depuis longtemps protégé leurs serveurs et leurs applications des attaques venues de l'extérieur grâce à des réseaux internes cloisonnés.

- ✓ Le client d'un service de *Cloud computing* devient très dépendant de la qualité du réseau pour accéder à ce service. Aucun fournisseur de service Cloud ne peut garantir une disponibilité de 100 %³⁴. Par exemple, des défaillances sur les services *Cloud* sont référencées par l'International Working Group of Cloud Resiliency .
- ✓ Les entreprises perdent la maîtrise de l'implantation de leurs données. De ce fait, les interfaces inter-applicatives (qui peuvent être volumineuses) deviennent beaucoup plus complexes à mettre en œuvre que sur une architecture hébergée en interne.
- ✓ Les entreprises n'ont plus de garanties (autres que contractuelles) de l'utilisation qui est faite de leurs données, puisqu'elles les confient à des tiers.
- ✓ Les questions juridiques posées notamment par l'absence de localisation précise des données du *Cloud computing*. Les lois en vigueur s'appliquent, mais pour quel serveur, quel *data center*, et surtout quel pays ?

- ✓ Tout comme les logiciels installés localement, les services de *Cloud computing* sont utilisables pour lancer des attaques (craquage de mots de passe, déni de service...). En 2009, par exemple, un cheval de Troie a utilisé illégalement un service du *Cloud* public d'Amazon pour infecter des ordinateurs.
- ✓ Du fait que l'on ne peut pas toujours exporter les données d'un service Cloud, la réversibilité (ou les coûts de sortie associés) n'est pas toujours prise en compte dans le cadre du projet. Le client se trouve souvent « piégé » par son prestataire et c'est seulement lorsqu'il y a des problèmes (changement des termes du contrat ou des conditions générales d'utilisation, augmentation du prix du service, besoin d'accéder à ses données en local, etc.) qu'il se rend compte de l'enfermement propriétaire (vendor lock-in) dans lequel il se trouve.

L'ONG Greenpeace dénonce aussi, dans son rapport 2010 sur l'impact écologique du secteur informatique, les impacts négatifs de l'informatique en nuage (voir article informatique durable).

II.II Conclusion

Comme développé précédemment, le Cloud permet une maîtrise des coûts en gommant certains investissements remplacés par des dépenses liés à l'usage. En fonction du besoin, les ressources nécessaires sont facilement extensibles et les solutions sont facilement déployées et maintenues de façon transparente. La mobilité offerte par les solutions Cloud répond parfaitement aux exigences d'un environnement ouvert et mondialisé. Enfin, se pose la question de devenir des métiers de l'informatique interne qui compose une partie du système d'information de l'entreprise, le danger d'être « remplacés » par le métier même des opérateurs du Cloud Computing est réel, cette question, bien évidemment ne se pose pas dans le cadre de la mise en place du Cloud privé car ce type de déploiement modifie peu le rôle des équipes SI internes.

Le chapitre suivant est une expérimentation proposer une implémentation de cloud computing dans les réseaux VANET, c'est ce que appelé le V-Cloud.

C *HAPITRE III*

S *SIMULATIONS*

C *HAPITRE III*

S *IMULATIONS*

III.I Introduction

Les réseaux de véhicules ad hoc (VANETs) de véhicule à véhicule et de la communication véhicule-infrastructure qui peuvent être un système fiable et sécurisé pour le contrôle efficace du trafic. Compte tenu de la nature de diffusion du milieu, multi-hop routage, plusieurs paradigmes de communication et à court durée de véhicule pour des séances de véhicules, la mise en place de VANET selon les besoins des temps modernes peut être critique. À réseau ad hoc, les nœuds mobiles eux-mêmes auto-organiser pour créer un réseau sans le soutien de toute infrastructure comme les stations de base. Et le cloud computing est censé être la prochaine grande chose en raison de son évolutivité, PaaS, IaaS, SaaS et d'autres caractéristiques importantes. Dans cette thèse, nous sommes proposés une architecture ad hoc de cloud qui combine le concept de réseau mobile ad hoc, des véhicules ad hoc réseau et cloud computing pour fournir une meilleure circulation le contrôle et la sécurité sur la route avec un avantage de V-Cloud [10].

III.1 Caractéristiques des Cloud dans VANET

Dans le VANET, le cloud computing peut être utilisé comme un Réseau en tant que service (NaaS) ou Storage as a Service (SaaS). Pas toutes les voitures sur la route n'ont un accès internet. A NaaS, la voiture avec accès à Internet peut offrir son excès la capacité aux autres voitures dans le VANET sur demande. Pour SaaS, les véhicules avec rangement part de capacité stockage avec d'autres véhicules nécessitant une capacité de stockage pour application temporaire. Dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur la NaaS [10].

III.2 L'objectif de simulation

L'objectif de notre simulation est la comparaison entre trois architectures de Cloud Computing:

1. **Two Tier.**
2. **Three Tier.**
3. **Three Tier High-Speed.**

Pour trouver quelle architecture nous pouvons utilisée dans les réseaux VANET (Vehicular Ad-Hoc Networks), Notre cas d'étude est formé de deux parties (les réseaux VANETs et le Cloud Computing).

Pour cela en a fait premièrement une simulation des **VANETs** a l'aide de **VEINS** qui est composé de deux simulateurs distincts, **OMNeT++** pour la simulation de Réseau et **SUMO** pour la simulation du trafic routier, deuxièmement on a utilisé le **Green Cloud Simulator** se nouveau simulateur basée sur Eclipse environnement son rôle principale est de faire des représentations graphiques des énergies de Data Center, Switches, Serveurs....

III.3 Environnement de travail

Nous allons détailler les outils utilisés dans la réalisation de notre simulation.

III.3.1 Environnement matériel

La simulation a été réalisée sur un ordinateur TOSHIBA dont la configuration est la Suivante (**Tableau 1**):

Processeur	Intel Core i3-3120M CPU 2.50GHz, 2.50GHz
Mémoire	4.00 Go DDR3
Disque dur	500 Go
Carte graphique	Intel HD Graphics 4000

Tableau 1 : Configuration de l'ordinateur de simulation.

III.3.2 Environnement logiciel

III.3.2.1 Simulation des VANETs avec VEINS

Notre simulation a été réalisée dans l'environnement logiciel suivant:

- ❖ Système d'exploitation : Microsoft Windows 8.1 Professionnel.
- ❖ Le simulateur OMNet++ 4.6: C'est un simulateur Open Source des réseaux de communication supportant des modèles de mobilités. Il est basé sur C++ et réalise
- ❖ Le simulateur SUMO 0.21.0: C'est un simulateur Open Source, portable, microscopique et continu de la circulation routière. Il est conçu pour gérer de grands réseaux routiers.
- ❖ MinGW "Minimaliste GNU pour Windows", est un environnement de développement minimaliste pour les applications natives de Microsoft Windows.

Le Simulateur OMNET++ est un environnement de simulation à événements discrets.

Son domaine d'application principal est la simulation de réseaux de communication. Mais en raison de son architecture générique et souple, est utilisé avec succès dans d'autres domaines comme la simulation de systèmes informatiques complexes, les files d'attente des réseaux ou des architectures matérielles.

OMNeT++ fournit une architecture de composants pour les modèles. Les composants (Modules) sont programmés en C++, puis assemblés en gros composants et des modèles en utilisant un langage de haut niveau (NED). La réutilisation des modèles est gratuite.

OMNeT++ possède un vaste support de l'interface graphique, et en raison de son architecture modulaire, le noyau de simulation (et modèles) peuvent être intégrés facilement dans nos applications.

OMNeT++ n'est pas un simulateur de réseau lui-même. Il est en train de prendre une grande popularité en tant que plate-forme de simulation de réseau dans la communauté

Scientifique ainsi que dans les milieux industriels, avec la constitution d'une large Communauté d'utilisateurs.

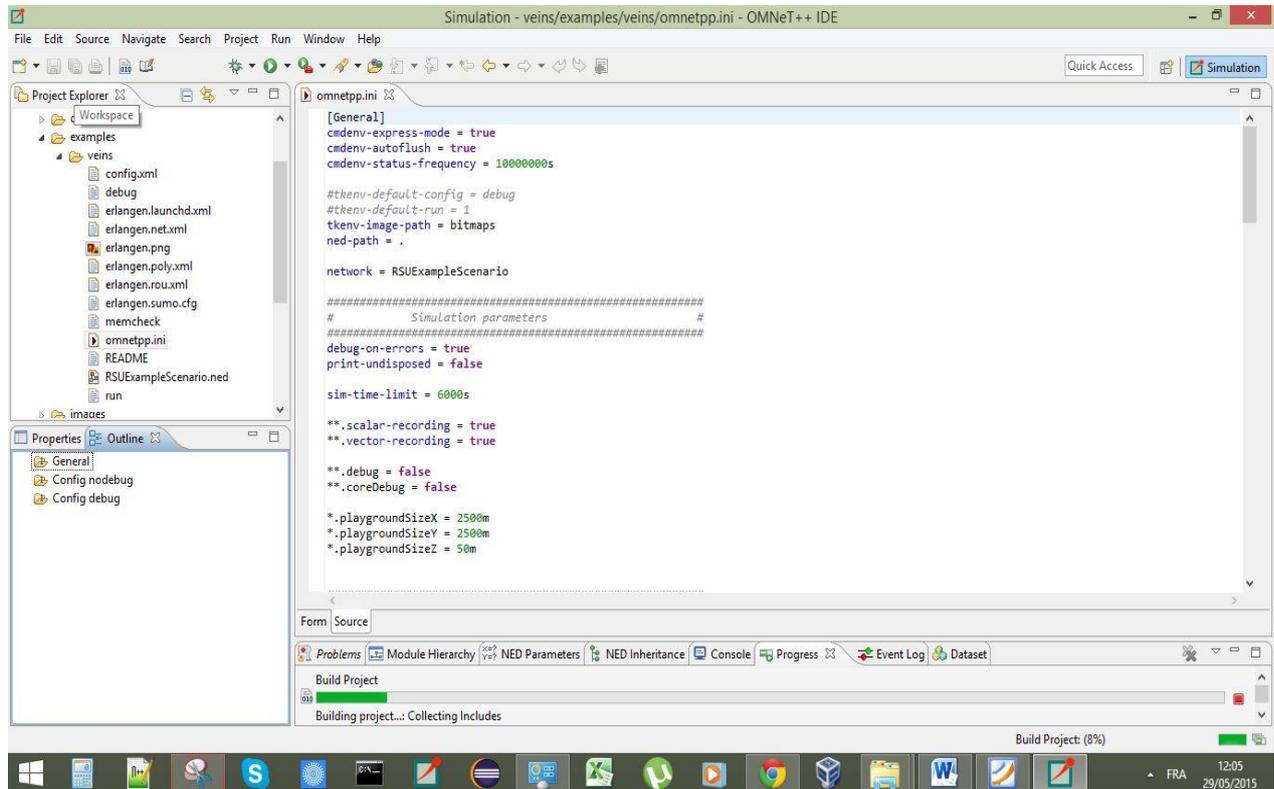


Figure 16: Interface d'OMNET++.

III.3.2.2 SUMO (Simulation de la mobilité urbaine)



Est une source ouverte, microscopique, multimodal. Elle permet de simuler la manière dont une demande de trafic donnée qui se compose de véhicules individuels se déplaçant à travers un réseau routier donné. La simulation permet de traiter un grand nombre de sujets de gestion du trafic. Il est purement microscopique : chaque véhicule est modélisé de manière explicite, a un tracé propre, et se déplace individuellement à travers le réseau.

III.3.2.3 Veins (Vehicles in Network Simulator)



Est un projet open source Inter-Véhicules communication (IVC) simulation Framework composé d'un simulateur de réseau basé sur les événements et un modèle de micro-traffic de la route. Veins utilise deux simulateurs distincts, OMNeT++ pour la simulation de réseau et SUMO pour la simulation du trafic routier. Pour effectuer des

évaluations IVC, deux simulateurs sont en cours d'exécution en parallèle, connecté via un socket TCP. Le protocole de cette communication a été normalisé comme l'interface de contrôle du trafic (Traci). Ceci permet la simulation bidirectionnelle-couplée du trafic routier et le trafic réseau. Le mouvement des véhicules en simulateur de trafic routier (SUMO) se traduit par un mouvement des nœuds dans le simulateur OMNeT++. Les nœuds peuvent alors interagir avec la simulation du trafic routière de déplacement, par exemple, pour simuler l'influence d'IVC sur le trafic routier.

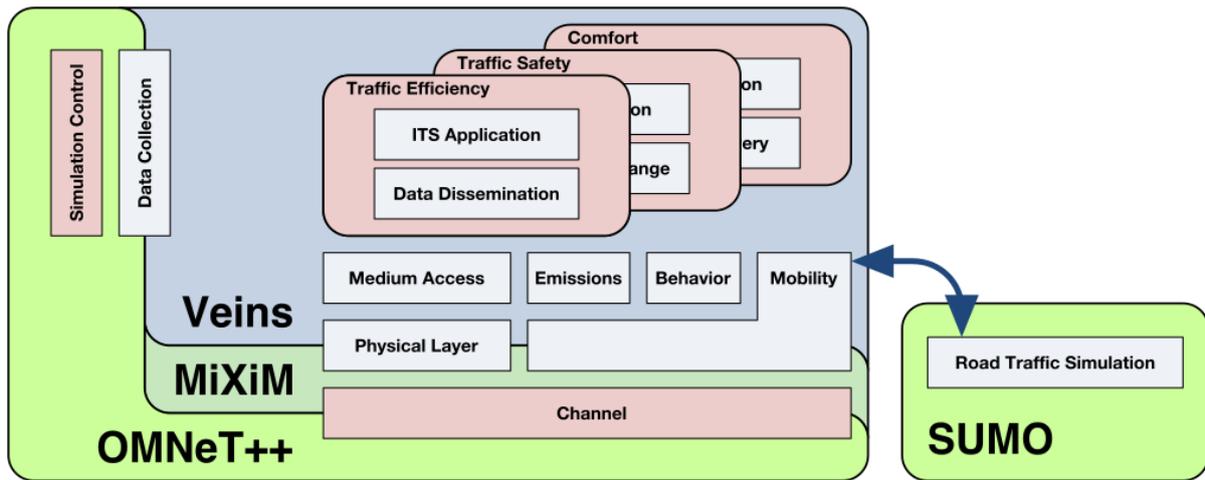


Figure 17: Architecture générale de Veins.

III.3.2.4 MIXIM (Mixed Simulator)

Est un Framework de modélisation en OMNeT++ créé pour les réseaux mobiles et les réseaux fixes sans fil (réseaux de capteurs sans fil, les réseaux de corps, les réseaux ad-hoc, les réseaux de véhicules, etc.). Il propose des modèles détaillés de propagation radio à ondes, interférences estimation, émetteur-récepteur radio consommation d'énergie et les protocoles MAC sans fil.

III.3.2.5 INET Framework

Est un modèle de bibliothèque open-source pour l'environnement de simulation de l'OMNeT. Il fournit des protocoles, des agents et d'autres modèles pour les chercheurs et les étudiants qui travaillent avec les réseaux de communication. INET est particulièrement utile lors de la conception et la validation de nouveaux protocoles, ou d'explorer de nouveaux scénarios ou exotiques.

INET contient des modèles pour la pile à Internet (TCP, UDP, IPv4, IPv6, OSPF, BGP, etc.), protocoles de couche de liaison filaire et sans fil (Ethernet, PPP, IEEE 802.11, etc.), le soutien à la mobilité, les protocoles de MANET, DiffServ, MPLS avec LDP et RSVP-TE signalisation, plusieurs modèles d'application, et de nombreux autres protocoles et des composants. Plusieurs autres Framework de simulation prennent INET comme base, et de l'étendre dans des directions spécifiques, tels que les réseaux de véhicules, superposition/réseaux Peer-to-Peer, ou LTE.

III.3.2.6 Simulation de Cloud Computing avec Green Cloud Simulator

III.3.2.6.1 Green Cloud Simulator

Green Cloud est un simulateur de niveau de paquet sophistiqué pour courant d'énergie cloud computing centre de données avec un accent sur les communications en nuage. Il offre une finir détaillée qui sera modélisation grain de l'énergie consommée par l'équipement informatique du centre de données, tels en tant que serveur de calcul, commutateurs de réseau, et des liens de communication.

GreenCloud peut être utilisé pour développer de nouvelles solutions en matière de surveillance, ressources attribution cation, la planification des charges de travail ainsi que l'optimisation des protocoles de communication et des infrastructures de réseau. Il permet de simuler des centres de données existantes, la capacité de guider décision d'extension ainsi que pour aider à concevoir les futures installations de centre de données.

GreenCloud, publié en vertu de l'Accord de Licence Publique Générale, est une extension Du simulateur de réseau de NS2 bien connu. Environ 80 pour cent du Code GreenCloud Est mis en œuvre en C ++, tandis que les 20 pour cent restants sont sous la forme de l'outil Command Langage (TCL) scripts.

Green Cloud a été élaboré dans le cadre de projets d'ECO-Cloud et GreenIT

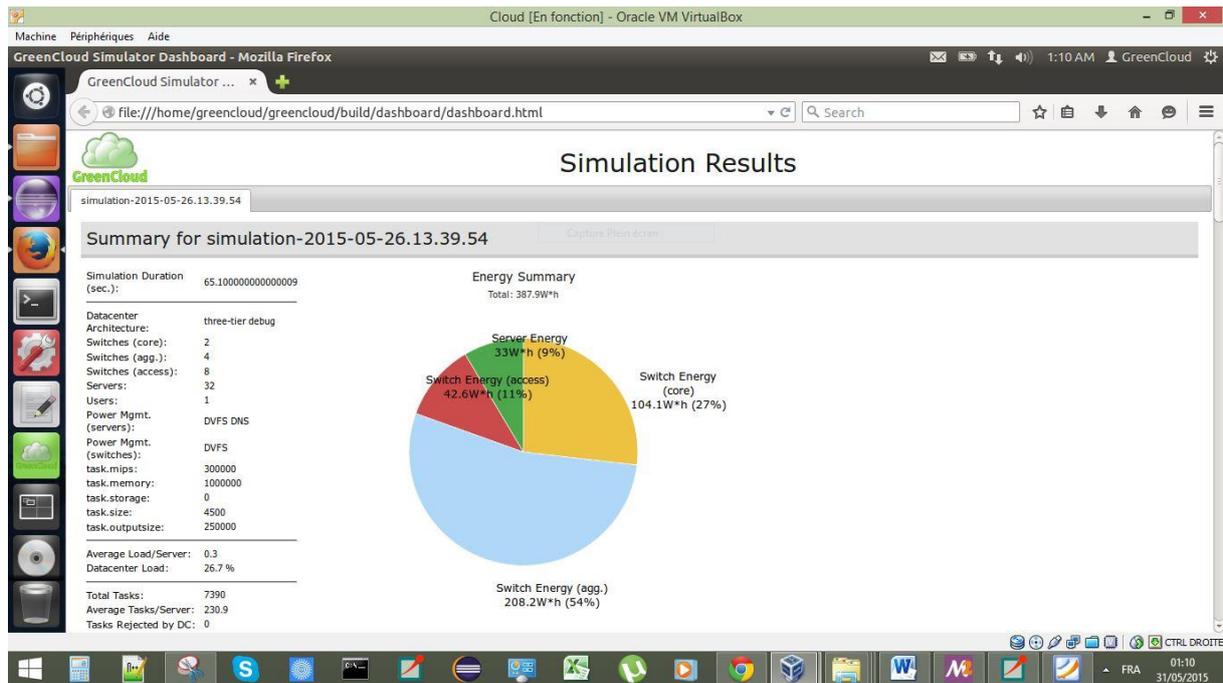


Figure 18 : Résultats de Green Cloud Simulator.

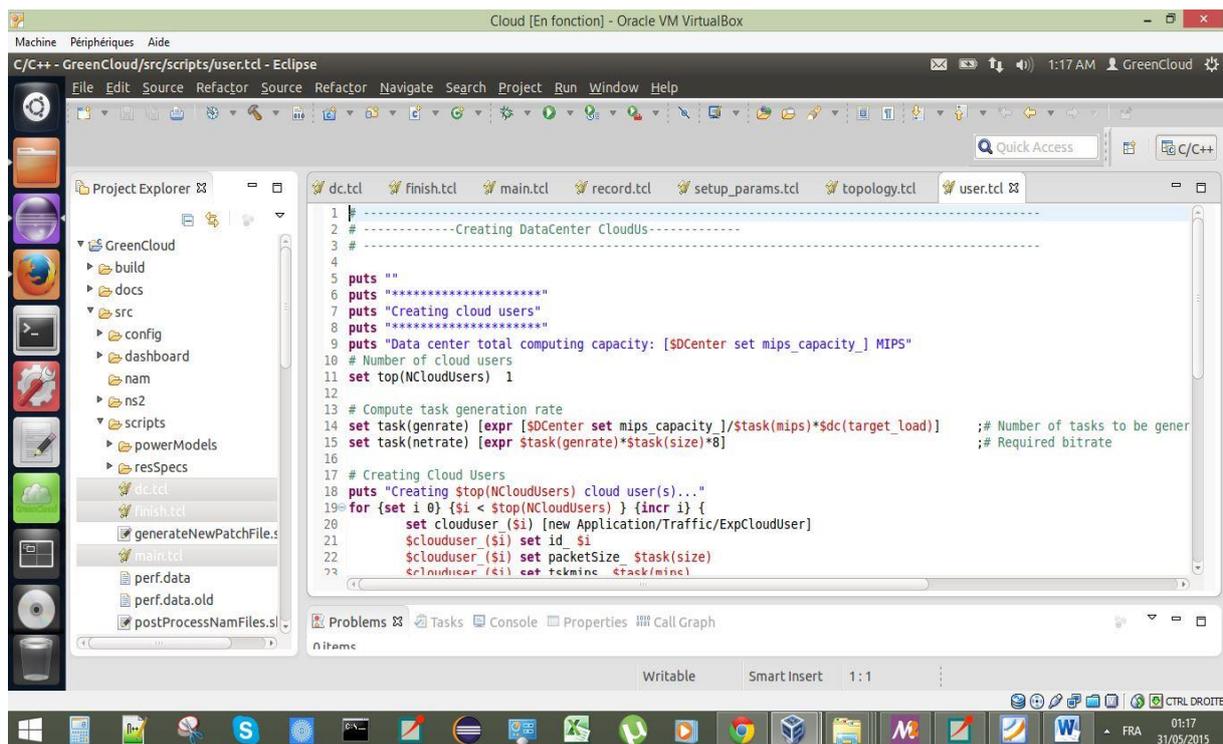


Figure 19: l'interface Eclipse

Parameter	Data center architectures		
	Two -Tier	Three-Tier	Three Tier High-speed
Topologies			
Core nodes (C1)	8	4	2
Aggregation nodes (C2)	/	8	8
Access switches (C3)	12	12	12
Servers (S)	36	36	36
Link (C1-C2)	/	10 GE	100 GE
Link (C2-C3)	/	1 GE	10 GE
Link (C -S)	1 GE	1 GE	1 GE
Link propagation delay	10 ns		

Tableau 2: *Tableau des topologies de data centres.*

III.3.2.6.2 Installation de green Cloud Simulator

L'installation se fait grâce à la machine virtuelle Oracle VM Virtual Box, L'installation s'effectue en étapes suivante:

- ❖ Installer **Oracle VM Virtual Box** sous Windows 8.1 Professionnel.
- ❖ Télécharger **Green Cloud Virtuel Machine v.2.0.3** (3.0 GB), et Extraire le fichier zip.
- ❖ Après l'extraction du fichier zip, en ouvre le fichier **Ubuntu-12.04-i686.vmdk** avec Oracle VM Virtual Box.
- ❖ En fin la création de la machine virtuel et la configuration de Oracle VM Virtual Box.

III.4 Les Architectures du Centre des Données

III.4.1 Two-tier architecture

Les serveurs de calcul sont physiquement disposés dans des racks interconnectés par couche-3, les switches permettant la connectivité et le maillage complet.

Caractéristiques:

- ✚ Jusqu'à **5500** nœuds
- ✚ Accès & fondamentales couches
- ✚ liens **1/10 Gb/s**
- ✚ maillage complet
- ✚ l'équilibrage de charge ICMP

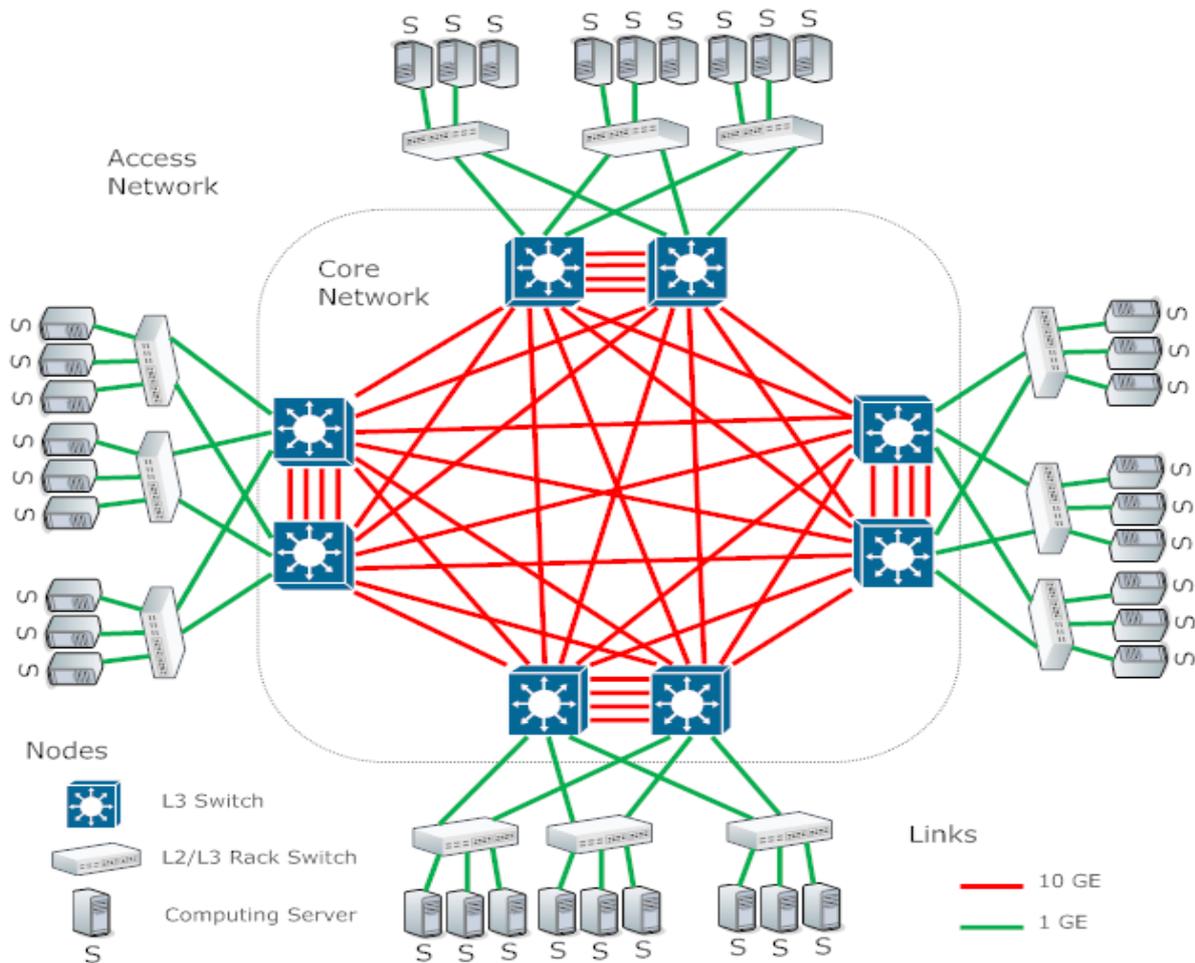


Figure 20: Two-tier architecture

III.4.2 Three-tier Debug architecture

Étant le plus fréquent de nos jours, trois niveaux d'architecture interconnecte les serveurs de calcul avec l'accès, l'agrégation, et core augmentant le nombre des nœuds pris en charge tout en gardant peu coûteux de couche 2 qui sont les switches d'accès.

Caractéristiques:

- ✚ Plus de **10 000** serveurs.
- ✚ Routage ECMP.
- ✚ liens **1/10 Gb/s**.

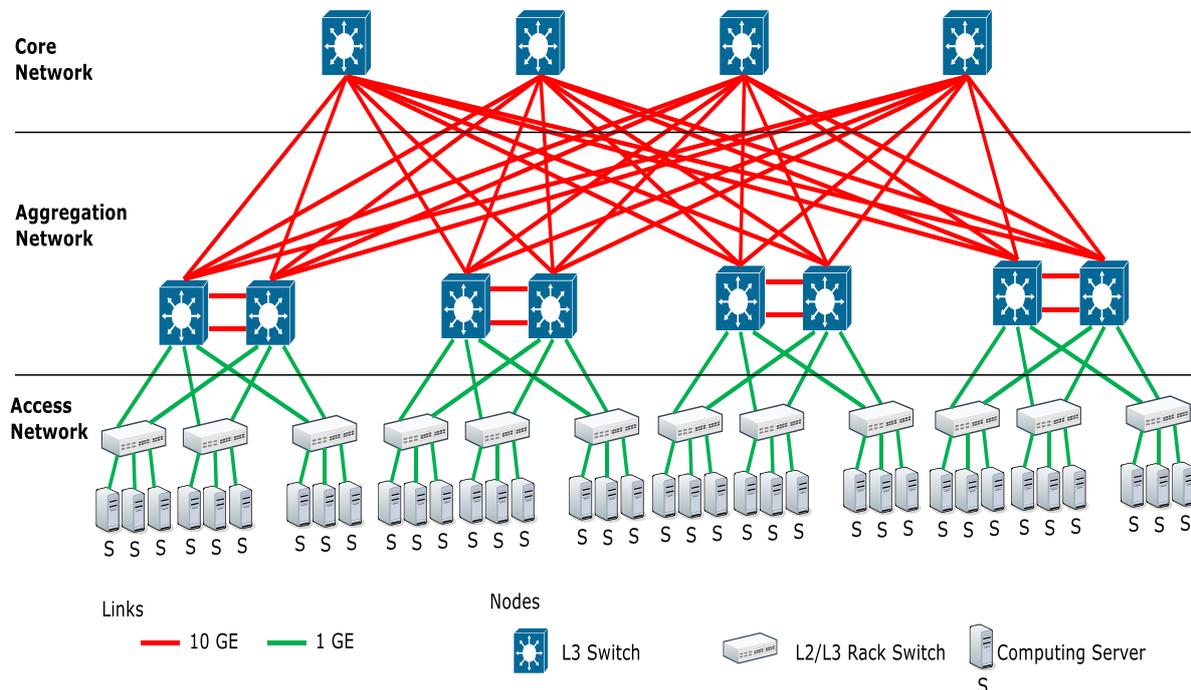


Figure 21: Three-tier architecture.

III.4.3 Three-Tier High-speed architecture

Avec la disponibilité de 100 liens GE (IEEE 802.3ba) réduit le nombre de commutateurs de base (switches core), réduit câblages, et augmente considérablement le maximum la taille du Data centre en raison de limitations physiques de données.

Caractéristiques:

- ✚ Plus de **100 000** hôtes.
- ✚ liens **1/10/100** Gb /s.

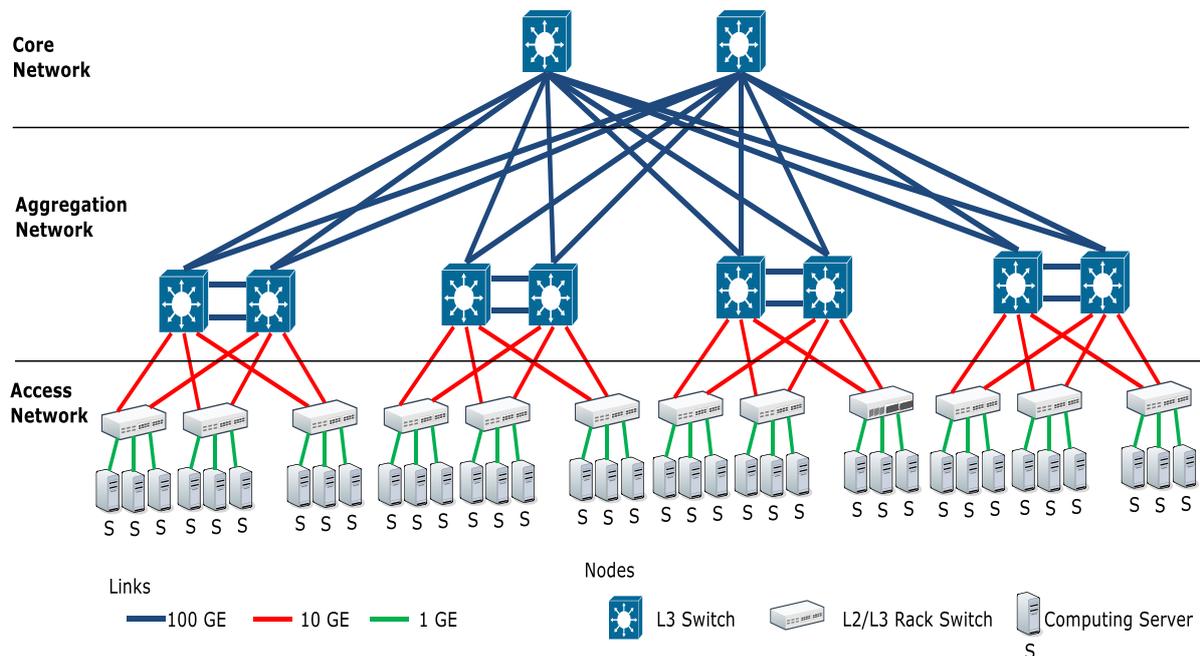


Figure 22: Three-tier high-speed architecture.

III.5 Configuration de la simulation

La simulation est configurée à l'aide des fichiers situés dans le répertoire TCL `./src/scripts/` dans le répertoire de projet Green Cloud. Le `main.tcl` est le fichier principale détermine le temps de la simulation et la topologie de centre de données.

Il contient également un ensemble de scripts de simulation suivants:

- ✓ **setup_params.tcl** Contient la configuration générale de serveurs, Switches, tâches, le suivi et la migration.
- ✓ **topology.tcl** Crée la topologie de réseau de centre de données.
- ✓ **dc.tcl** Crée les serveurs de centres de données et les machines virtuelles.
- ✓ **user.tcl** Définit le comportement des utilisateurs de cloud
- ✓ **record.tcl** Met en place les résultats d'exécution des procédures de déclaration.

- ✓ **finish.tcl** Calcule et statistiques de simulation des rapports.

III.6 Résultats des simulations

Dans Eclipse il y a Trois architectures par default qui sont:

- ✓ **Three Tier.**
- ✓ **Three Tier Debug.**
- ✓ **Three tier high speed.**

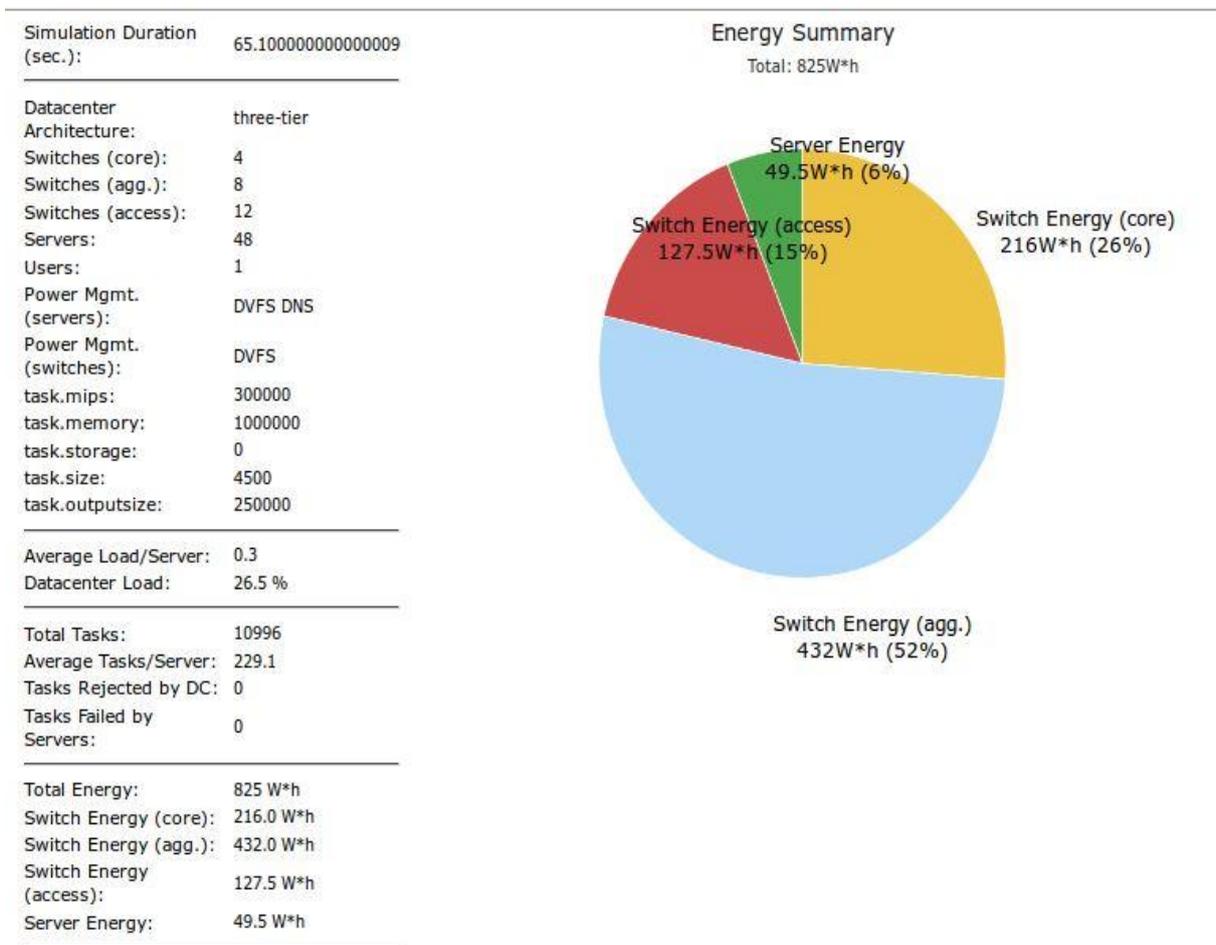


Figure 23 : Résultats simulation du Three-tier architecture

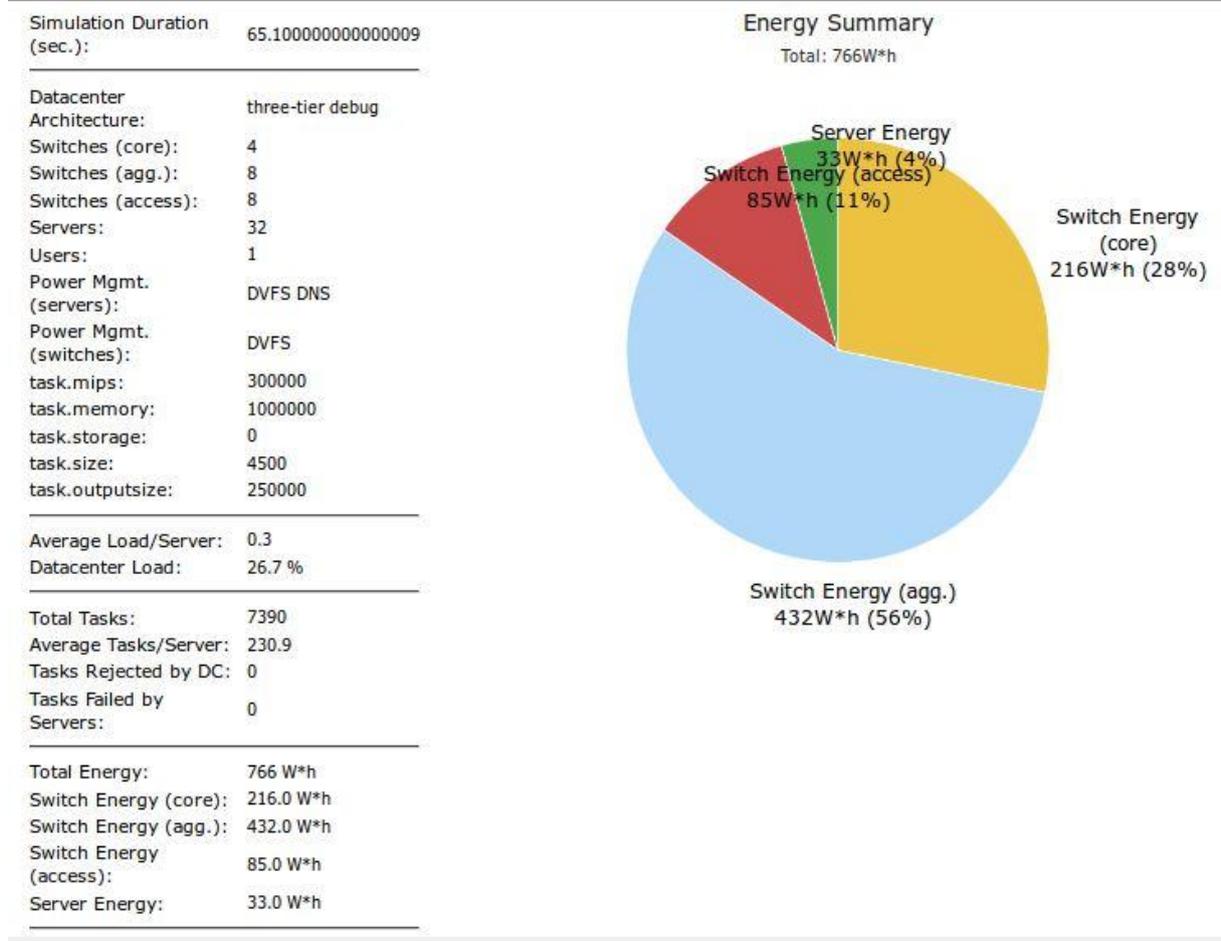


Figure 24 : Résultats simulation du Three-tier Debug architecture

Simulation Duration (sec.):	65.10000000000009
<hr/>	
Datacenter Architecture:	three-tier high-speed
Switches (core):	2
Switches (agg.):	4
Switches (access):	4
Servers:	24
Users:	1
Power Mgmt. (servers):	DVFS DNS
Power Mgmt. (switches):	DVFS
task.mips:	300000
task.memory:	1000000
task.storage:	0
task.size:	4500
task.outputsize:	250000
<hr/>	
Average Load/Server:	0.3
Datacenter Load:	26.7 %
<hr/>	
Total Tasks:	5538
Average Tasks/Server:	230.8
Tasks Rejected by DC:	0
Tasks Failed by Servers:	0
<hr/>	
Total Energy:	1529.8 W*h
Switch Energy (core):	1027.1 W*h
Switch Energy (agg.):	455.7 W*h
Switch Energy (access):	21.4 W*h
Server Energy:	25.6 W*h

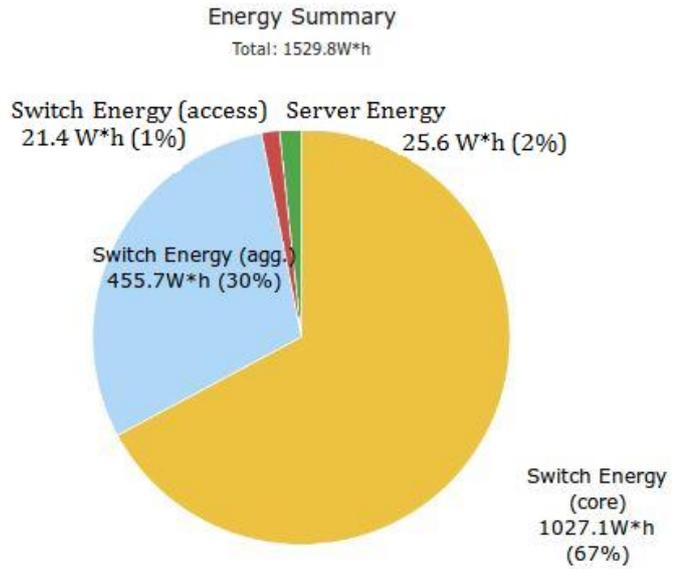


Figure 25 : Résultats simulation du Three-tier High Speed architecture

Alors en a comparés entre les trois architectures au-dessus en fonction des paramètres suivant :

DcLoad: La charge computationnelle de center de données.

DcLoadMem: La charge du mémoire de centre de données.

DcPower: Puissance représentaient des serveurs dans le centre des données.

DcServLoad: La charge computationnelle des servers dans le centre des données.

DcServLoadMem: La charge d' mémoire des servers dans le centre des données.

DcSrevTasksFailed: Les tâches échec par les serveurs dans le centre des données.

DcVmLoad: La charge computationnelle des Machines Virtual dans le centre des données.

DcVmTasks: Les tâches des Machines Virtual dans le centre des données.

EServers: L'énergie des Serveurs.

III.6.1 Les graphes de simulations

Grâce à leur débit élevé, l'architecture *Three-tier High Speed* ne peut pas être comparable avec les autres architectures, donc il reste deux architectures qui sont scalable pour la comparaison *Three-tier Debug* et *Three-tier*.

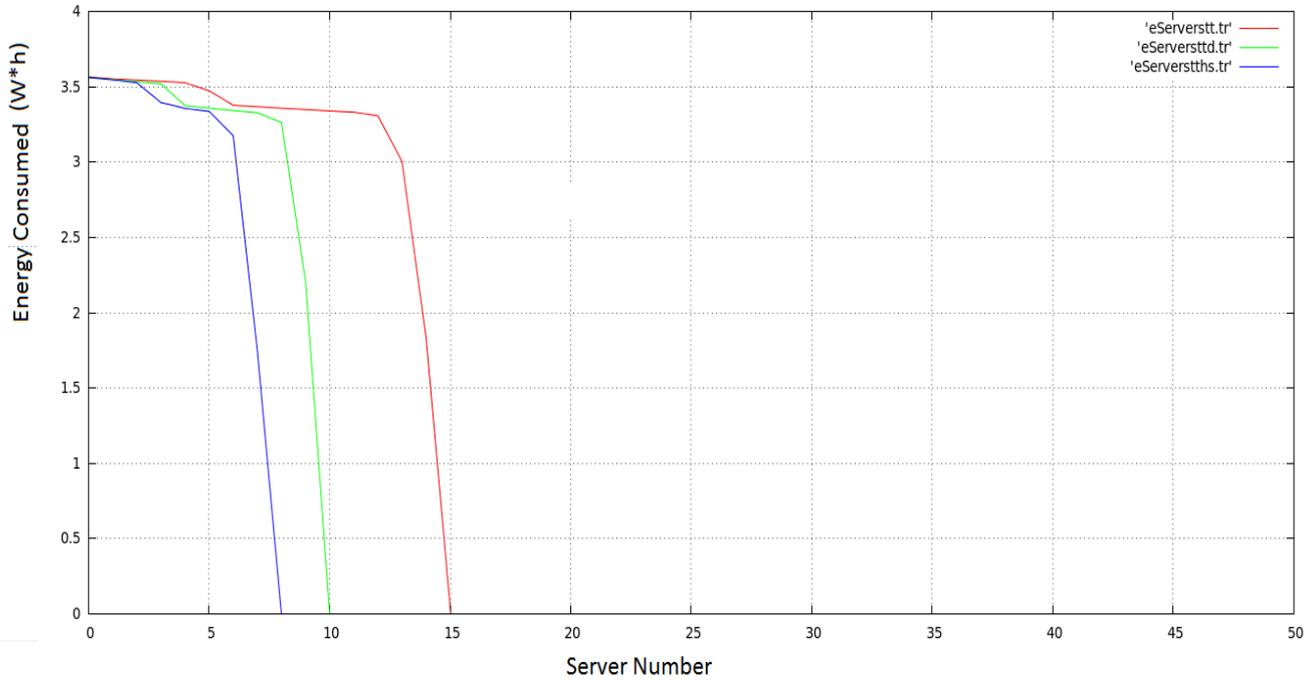


Figure 26 : L'énergie des Serveurs

En remarque que l'énergie consommée par les serveurs dans l'architecture *Three-tier Debug* moins que dans l'architecture *Three-tier*.

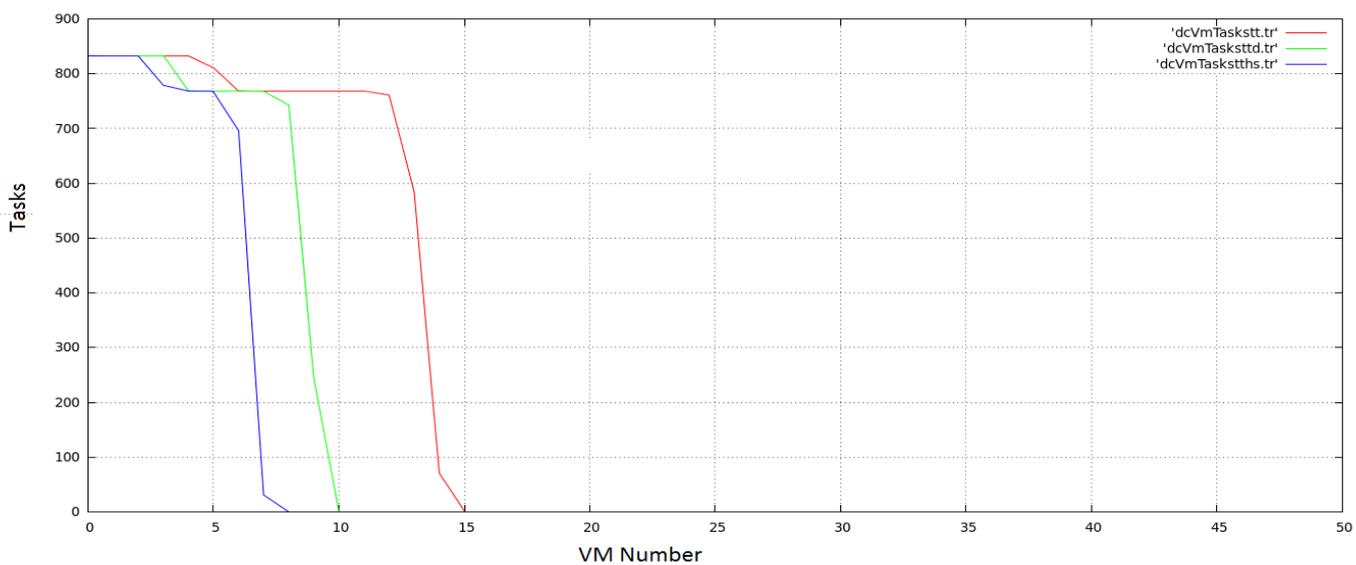


Figure 27 : Les tâches des Machines Virtual

Les tâches des Machines Virtual dans l'architecture *Three-tier Debug* moins que dans l'architecture *Three-tier*, et sa peut être perme de Profité de mémoire des processeurs des VM.

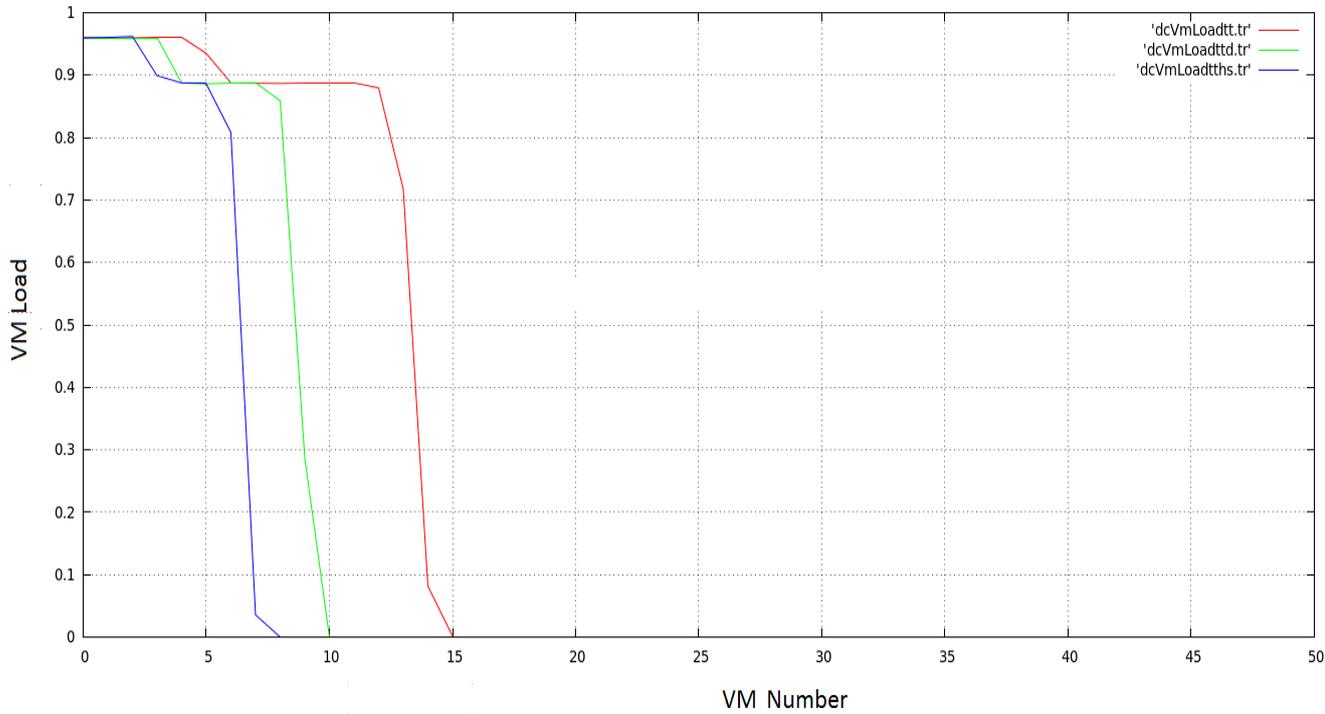


Figure 28 : La charge des Machines Virtual

La chargée de la machine virtuelle dans *Three tier debug* est moins que *Three tier* par rapport aux nombre des serveurs dans les deux architectures

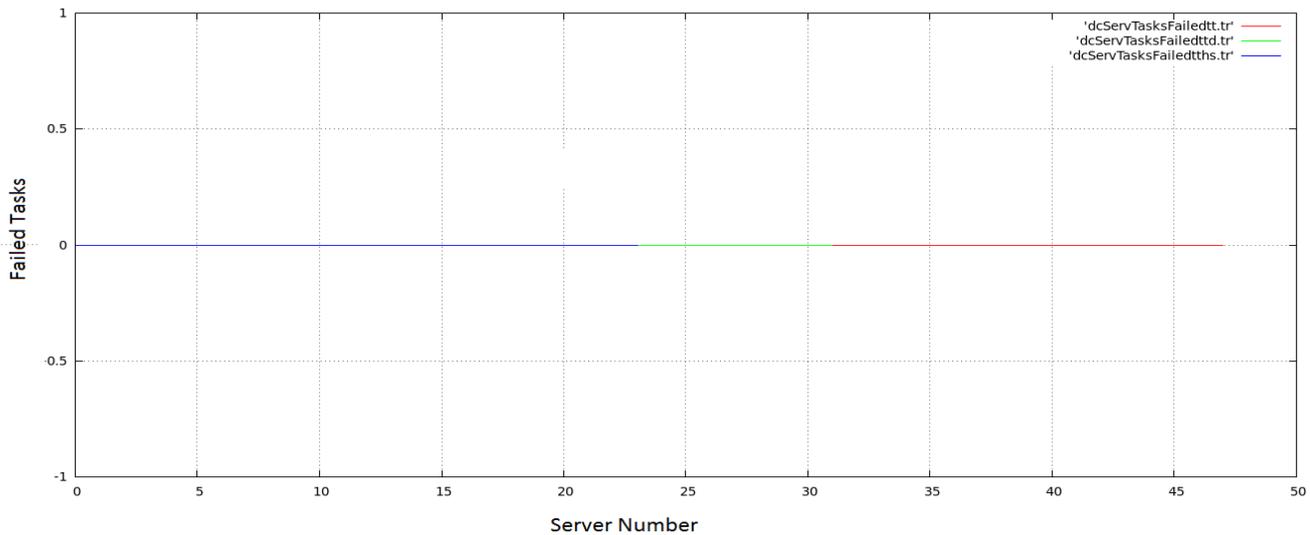


Figure 29 : Les tâches échec par les serveurs

Il n'y a pas des erreurs des tâches dans les trois architectures.

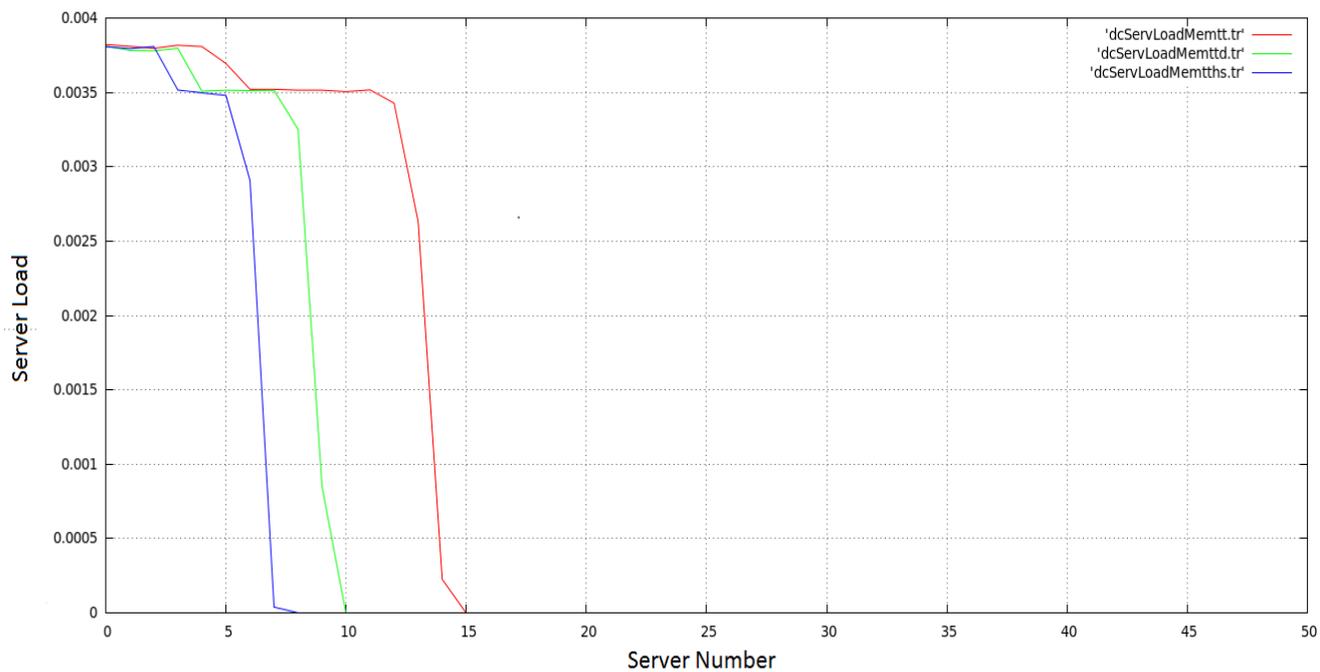


Figure 30: La charge du mémoire des serveurs

La charge du mémoire des serveurs dans l'architecture *Three-tier Debug* moins que dans l'architecture *Three-tier*.

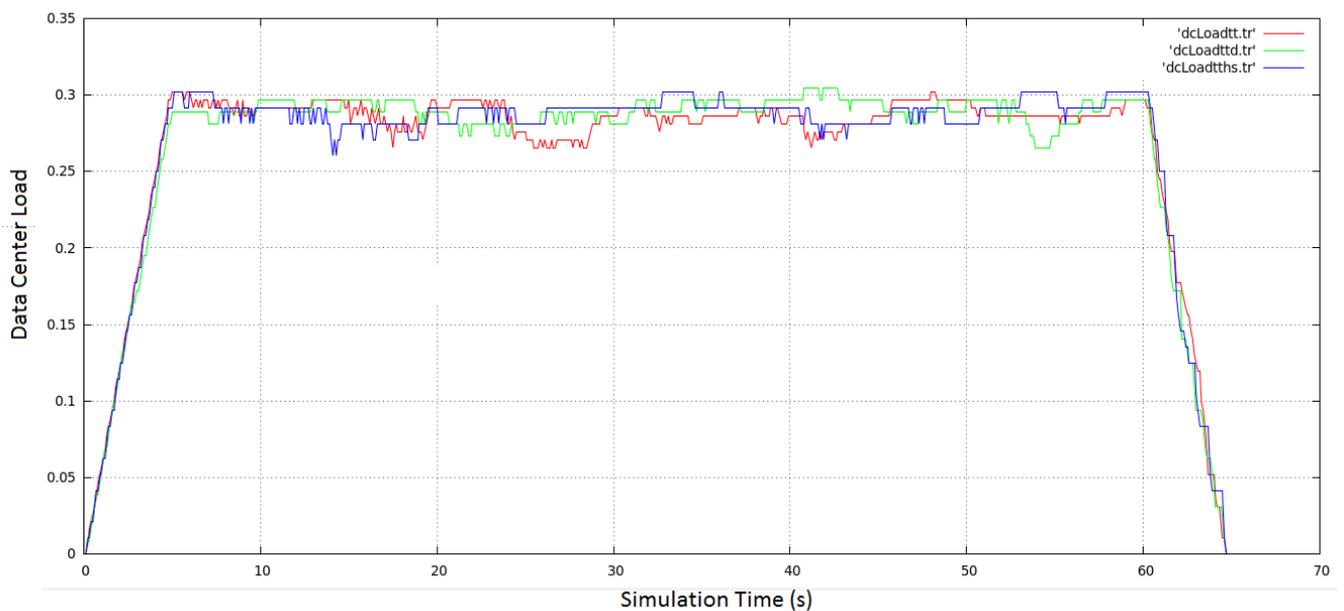


Figure 31: La charge du centre des données

En remarque que la charge de centre de données dans les trois architectures prennent

Différentes états au court du temps.

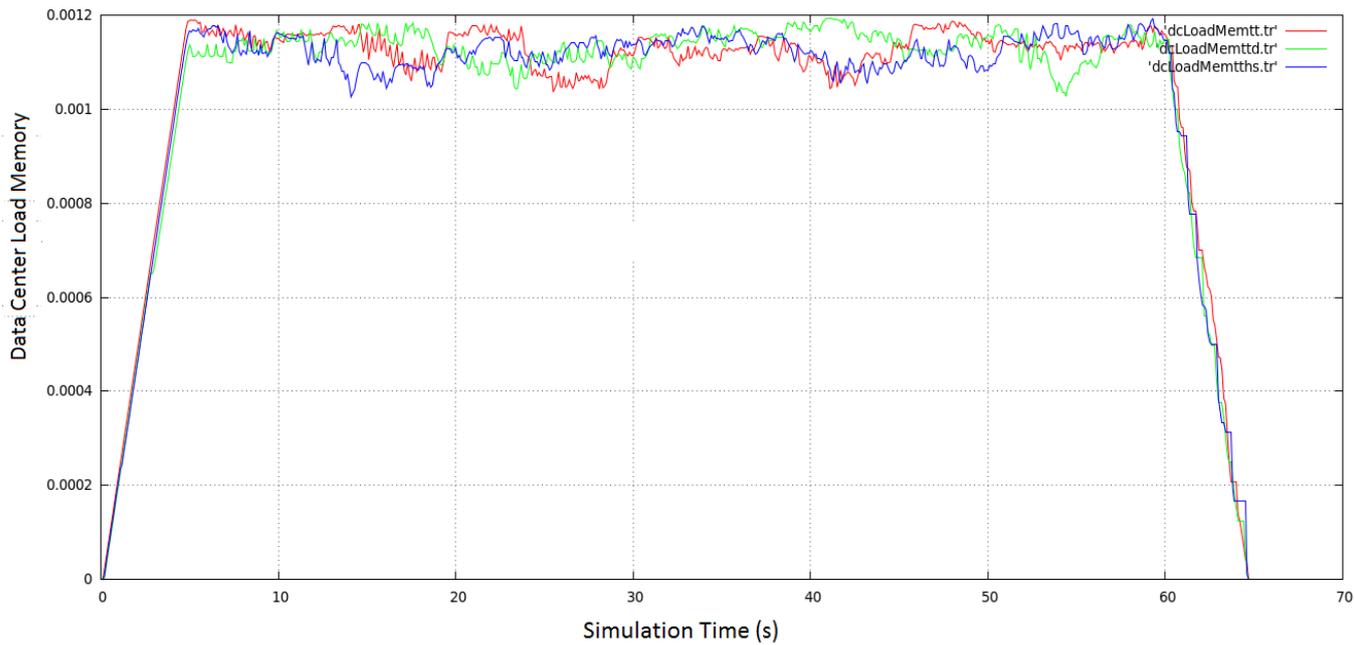


Figure 32: La charge du mémoire de centre de données

En remarque que la charge mémoire des centres de données dans les trois architectures prennent différents états au court du temps.

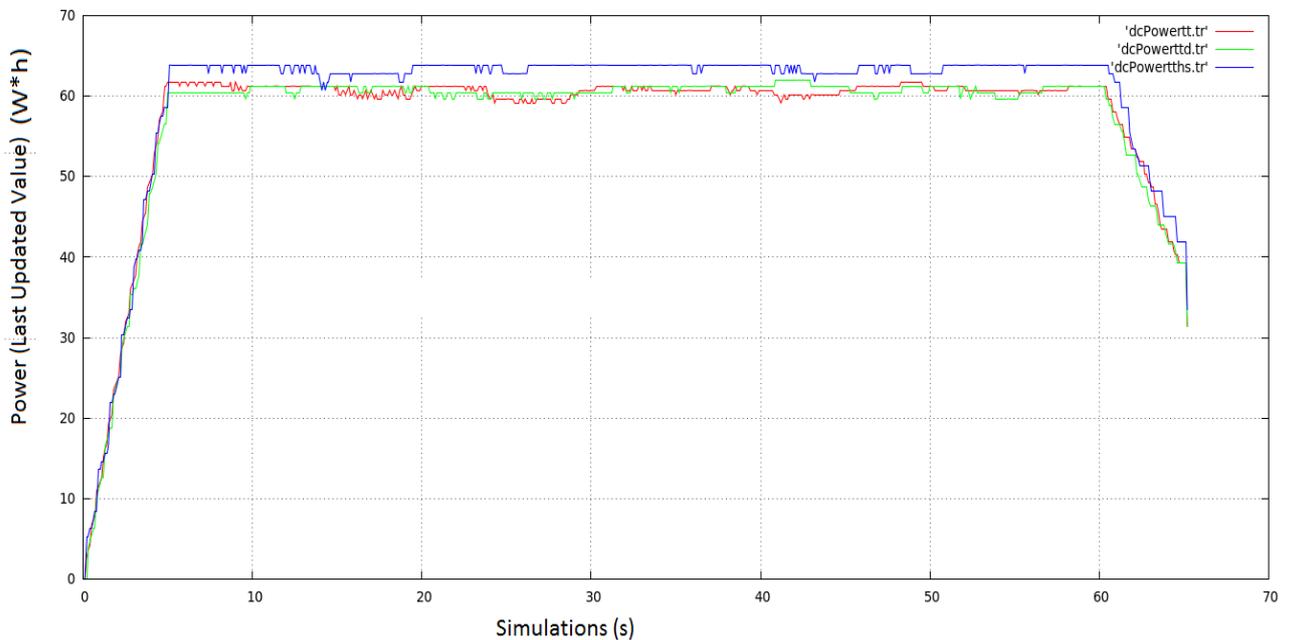


Figure 33 : L'énergie de centre de données

En remarque que l'énergie consommé par l'architecture *Three-tier High Speed* est un peu grand que les deux autres architectures, c'est une cause pour ne pas prendre cette architecture

comme proposition.

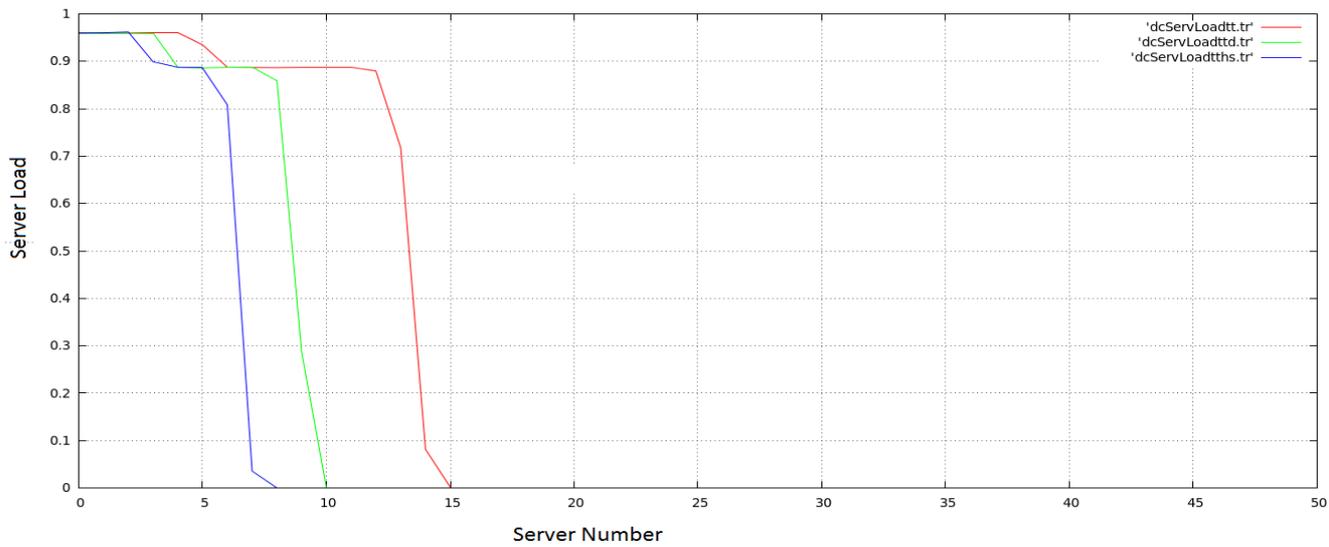


Figure 34: La charge du serveur de centre de données

En remarque que la charge de centre de donnée dans l'architecture *Three tier debug* c'est moins que dans l'architecture *Three tier* car en a utiliser un peu de serveur dans l'architecture *Three tier debug* par rapport à l'architecture *Three tier*.

Conclusion

Notre simulation a pour but de proposer l'architecture cloud qui pourra être utilisée dans les réseaux VANET dans le cas statique ou faible mobilité (parking, congestion ...), à fin d'offrir aux utilisateurs des services supplémentaires (les services du cloud computing : calcul, stockage ...). D'après les résultats obtenus on remarque que l'architecture (*Three-Tier High-speed*) présente des résultats meilleurs par rapport aux autres architectures, mais cette dernière ne peut pas être utilisée en réseaux VANET à cause de son débit élevé.

Perspective

Pour compléter ce travail, on propose l'implémentation de cette architecture dans les réseaux VANET dans un environnement de simulation des réseaux (OMNET++, NS2) et d'évaluer les performances des réseaux. Aussi on propose l'ajout de la mobilité pour généraliser l'utilisation de l'architecture pour VANET dans toutes les situations statiques et dynamique.

Conclusion générale

Dans ce mémoire, nous avons proposé une idée qui est encore nouveau et beaucoup de travail qui doit être fait pour rendre le modèle parfait. Si nous pouvons mettre en œuvre l'idée en pratique, non seulement l'industrie des télécommunications va se présenter bénéficié mais aussi les secteurs de la communication et surtout unités de contrôle de la circulation seront beaucoup bénéficié. Il permettra de réduire la nécessité de stations de base trop nombreux autour de la ville comme ainsi que de créer de meilleures opportunités pour les pilotes dans un autoroute pour être une partie de l'accès à internet en cas de besoin. Il créera une nouvelle dimension au système de contrôle de la circulation. Bien que nous avons plusieurs défis à relever pour travailler plus efficacement dans notre architecture proposée, nous pensons avec notre recherche future, il n'est pas loin d'établir une telle infrastructure appelé VANETCloud. Cette infrastructure est fondée sur deux sous-modèles:

Nuages permanents et temporaires. Le Modèle VANET-Cloud se compose de trois couches. La couche client est formée à la fin de cloud différente utilisateurs. La couche de nuages est basée sur stationnaire les centres de données et les mobiles tels que les véhicules ressources. Pour assurer une communication entre la couche client et la couche de nuage, une troisième communication couche est proposé. La proposition fournit des services numériques tels que logiciels, les infrastructures informatiques, et plates-formes pour les utilisateurs VANET à un coût réduit. Il peut également améliorer la sécurité routière par détection, la collecte, et la transmission des données de trafic en provenance et aux véhicules et les unités d'actions restreintes de prendre les mesures appropriées dans des situations de trafic indésirable tel que les accidents ou de congestion. En outre, le modèle proposé peut aider les conducteurs de véhicules pour satisfaire leur informatique besoins (par exemple, l'exécution de la sécurité et non safety applications, l'accès à Internet), tandis que la conduite. En outre, ce modèle offre supplémentaire revenus à des pilotes de véhicules en allouant leurs ressources informatiques à bord. VANET-Cloud peut supporter différents services, en particulier les services de sécurité routière permettant route acteurs pour faire face à des situations routières indésirables tels que les accidents et les collisions.

Bibliographie

- [1] Talha eTalha Sidahmed Walid, Chouchaoui Ilies, Sahel Houda, Abbad Ali, (2013), «Les réseaux véhiculaires (VANET)» Projet Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediene. 2013.
- [2] Hazaoud Alae, Essaid Mohammed, Bouhabra Hosni, 2011-2012, «Optimisation dans les réseaux De capteur véhicules», Université d'Avignon et des pays de Vaucluse. 2011-2012.
- [3] Aoues Abdelaziz, Hammoudi Meryam, Benaissa Youcef, Bensaidane nadjat, (2014-2015), «Les réseaux véhiculaires VANET», Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediene. 2014-2015.
- [4] Ayoub Benchabana et Ramla Bensaci, (2014), «Analyse des protocoles de Routages dans les reseaux VANET», Master Académique, Université Kasdi Merbah-Ouargla. 2014.
- [5] Ahizoune Ahmed. (2011).Un protocole de diffusion des messages dans les réseaux véhiculaires. Thèse de Maîtrise ès sciences (M. Sc.) de l'Université de Montréal .Avril 2011. 88page.
- [6] Saif Al-Sultan, Moath M. Al-Doori, Ali H. Al-Bayatti, Hussien Zedana, (2013), A «comprehensive survey on vehicular Ad Hoc network». 2013.
- [7] Eric Berthelot, (2010-2011), «Le cloud computing quel impact organisationnel pour les équipes informatiques des systèmes d'information», Master 2 Management des Systèmes d'information et de Communication, Année universitaire 2010- 2011.
- [8] Maioua Khalifa, Mansouri Adel, (2014), «Approche basée Agents Mobiles intelligents dans un environnement de Cloud Computing», Master Académique. 2014.
- [9] EtienneKalalo, Flore Lafargue, DianaMartins, Stéphane Pagnon, Jérôme Pons, (2012) «le cloud computing». 2012.
- [10] Md Ali Al Mamun, Khairul Anam, Md Fakhrul Alam Onik, A M Esfar- E- Alam «Deployment of Cloud Computing into VANET to Create Ad Hoc Cloud Network Architecture». 2012.

Webographie

<https://omnetpp.org/omnetpp/download/30-omnet-releases/2291-omnet-4-6-win32-source-ide-mingw-zip>

<http://sourceforge.net/projects/sumo/files/sumo/version%200.21.0/sumo-winbin-x64-0.21.0.zip/download>

<http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/virtualbox/downloads/index.html#vbox>

<http://greencloud.gforge.uni.lu/>

Glossaire

A.

Ad Hoc: sont des réseaux sans fil capables de s'organiser sans infrastructure définie préalablement.

AODV: Ad hoc On Demand Distance Vector, est un protocole de routage réactif pour les réseaux ad-hoc. Il est sans boucle, s'auto configure et peut gérer un nombre important de nœuds mobiles.

B.

Bluetooth: est un standard de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à très courte distance

D.

DSDV: Destination-Sequenced Distance-Vector, est un protocole de routage ad-hoc proactif basé sur l'idée de l'algorithme distribué de Bellman-Ford avec quelques améliorations.

DSR: Dynamic Source Routing , protocole de routage ad-hoc réactif « Routage à Source Dynamique » basé sur l'utilisation de la technique de « routage source ».

G.

GPS: Global Position System, est un système de géolocalisation fonctionnant au niveau mondial.

GSR: Global State Routing, est un protocole proactif à état de liens où chaque nœud connaît la topologie globale du réseau.

I.

IARP (IntrAzone Routing Protocol)

IERP (IntEr zone Routing Protocol)

ITS (Intelligent Transportation System)

IVC (Inter-Vehicle Communication)

IPv6 (*Internet Protocol version 6*) est un protocole réseau sans connexion

l'IETF (Internet Engineering Task Force)

INRIA(l'Institut National de la Recherche en Informatique et Automatique)

M.

MP3: ou MPEG-1/2 Audio Layer 3, un algorithme de compression audio

MAC: *Media Access control*, soit « contrôle d'accès au support », pour identification

d'interfaces Réseaux

MANet: Mobile ad hoc networks, Un réseau ad hoc comprend des plates-formes mobiles.

MPR: Multi-Point Relaying

O.

OLSR: Optimized Link State Routing, est un protocole de routage proactif développé dans le cadre du projet Hypercom de l'Institut National de la Recherche en Informatique.

R.

RERR: Route Error Message, les paquets d'erreur de route RERR .

RREP: Route Reply Message, les paquets de réponse de route

RREQ: Route Request Message, les paquets de requête de route.

RSU: Road Side Units, des points d'accès déployés aux bords des routes.

V.

VANET: Vehicular Ad-Hoc Network. Réseau sans fil ad-hoc spécifique composé de véhicules en mouvement.

W.

WAVE: Wireless Access in Vehicular Environments.

Wi-Fi : pour Wireless Fidelity , est la dénomination commerciale des réseaux suivant la norme 802.11.

Wi Max: désigne un standard de communication sans fil. Aujourd'hui surtout utilisé comme mode de transmission et d'accès à Internet haut débit, portant sur une zone géographique étendue.

Z.

ZRP: Zone Routing Protocol, est un protocole hybride qui combine les deux Approaches proactive et reactive.

Résumé

La mise en réseau des véhicules est devenue un domaine de recherche significative en raison de ses caractéristiques spécifiques et des applications telles que la normalisation, l'efficace trafic, la gestion, la sécurité routière et système d'info divertissement. Les véhicules sont prévu pour mener à relativement plus de systèmes de communication, sur l'informatique embarquée installations, le stockage et augmentation de la puissance de détection. Par conséquent, plusieurs technologies ont été déployées pour maintenir et promouvoir Systèmes de transport intelligents (STI). Récemment, un certain nombre de solutions ont été proposées pour résoudre les défis et enjeux de réseaux de véhicules. Vehicular Cloud Computing (VCC) est l'une des solutions.

Abstract

The vehicle networking has become a significant area of research because of its specific features and applications such as standardization, effective traffic management, road safety and infotainment system. Vehicles are intended to carry relatively more communication systems, embedded computing systems, storage and increase the power of detection. Therefore, several technologies have been deployed to maintain and promote intelligent transport systems (ITS). Recently, a number of solutions have been proposed to solve the challenges and vehicle networking issues. Vehicular Cloud Computing (VCC) is one of the solutions.

ملخص

أصبحت الشبكات المركبة تشغل مجال كبير من البحوث لما لها من ميزات محددة وتطبيقات مهمة، وإدارة حركة المرور ، السلامة على الطرق ونظام المعلومات والترفيه. وتهدف المركبات لتنفيذ نظم الاتصالات أكثر نسبيًا، ونظم الحوسبة جزءا لا يتجزأ من والتخزين وزيادة قوة الكشف. لذلك، وقد تم نشر العديد من التقنيات لصيانة وتعزيز أنظمة النقل الذكية. (ITS) مؤخرًا، تم اقتراح عدد من الحلول لمواجهة التحديات والقضايا الشبكات السيارة. بالعربات الحوسبة السحابية (VCC) هي واحدة من الحلول.

Mots clés: Cloud Computing, Vehicular Cloud, VANET, V-Cloud, Vehicular Cloud Computing.