



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعرييرج
Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A
كلية
Faculté des Mathématiques et d'Informatique
قسم
Département Informatique



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Mathématique et Informatique

Filière : Informatique

Option : Réseaux et Multimédia

Intitulé

**Protocole de routage avec qualité de service basé sur
l'énergie**

Présenté par : -Bendaoud Ilyes

- Belayali Ahmed

Président	Attia Abd el-ouhabh	MCA	Univ. M. El-Bachir El-Ibrahimi – BBA
Encadrant	Moussaoui Ali	MCB	Univ. M. El-Bachir El-Ibrahimi – BBA
Examineur	Benmalek-Mounir	MAA	Univ. M. El-Bachir El-Ibrahimi – BBA
Examineur	Lalami Fatih	Invitée	Iniv - M. El-Bachir El-Ibrahimi – BBA

Dédicace

A mes très chers parents, je dédie ce travail

*Aucun mot n'est assez fort pour leur exprimer la reconnaissance
sincère que je leur porte pour la richesse de leurs enseignements.*

A ma très chère grande mère

A mon très cher frère

*Et à toute ma famille de **Bendaoud***

Dédicace

A mes très chers parents, je dédie ce travail

*Aucun mot n'est assez fort pour leur exprimer la reconnaissance
sincère que je leur porte pour la richesse de leurs enseignements.*

*Et à toute ma famille de **Belayali***

Remerciements

Mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de cette mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Je remercie piètement Allah le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté de mener à terme ce présent travail.

J'adresse mes vifs remerciements :

*À mon encadreur **Dr. MOUSSAOUI Ali** pour son encadrement, son soutien sans failles et sa disponibilité. Ses conseils, ses suggestions de lecture, ses commentaires, ses corrections et ses qualités scientifiques ont été très précieux pour mener à bien ce travail.*

Je tiens également à remercier et exprimer mon profond respect aux membres de jury d'avoir accepté de juger ce travail.

Résumé

Dans le cadre de garantir la qualité de service du réseau Ad hoc, nous proposons une nouvelle métrique basée sur la stabilité des liens et la durabilité de communication entre les nœuds. Dans cette métrique, nous avons utilisés un mécanisme de sélection des liens pour acheminer les données basées sur l'énergie du nœud. Puis, nous l'appliquerons dans le protocole de routage OLSR (Optimized Link State Routing Protocol) pour obtenir une nouvelle version plus stable et durable, s'appellera New_OLSR. Ce nouveau protocole minimise considérablement le recalcul MPR et les tables de routage. Les résultats de simulation montrent l'efficacité et la réussite de notre proposition, afin de garantir la qualité de service.

Abstract

As part of guaranteeing the quality of service of the Ad hoc network, we propose a new metric based on the stability of the links and the durability of communication between the nodes. In this metric, we used a link selection mechanism to convey data based on node energy. Then we will apply it in the Optimized Link State Routing Protocol (OLSR) to get a new more stable and durable version, it will be called New_OLSR. This new protocol greatly minimizes MPR recalculation and routing tables. The simulation results show the effectiveness and success of our proposal, in order to guarantee the quality of service.

المخلص

كجزء من ضمان جودة خدمة شبكات المحمول المخصص نقترح مقياسا جديدا يعتمد على استقرار الروابط و متانة الاتصال بين العقد استخدمنا الية لاختييار الارتباط لتوجيه البيانات بناء على معايير موضع العقد باستخدام هذا المعيار نقدم معيار ثابت و هي الكثافة بين العقد بعد ذلك يتم تطبيقه في بروتوكول توجيه حالة الارتباط المحسن

SOUMAIRE

Contents

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux Ad hoc	
I.1 Introduction.....	4
I.2 Définition de réseaux mobiles sans fil	4
I.3 Définition des réseaux Mobile AD HOC.....	4
I.4 Types des réseaux ad hoc.....	5
I.4.1 Les réseaux mobiles ad hoc (Manet).....	5
I.4.2 Les réseaux de capteurs (WSNs).....	5
I.4.3 Les réseaux mailles (WMNs).....	5
I.5 Les caractéristiques des réseaux mobiles Ad Hoc	6
• Une topologie dynamique.....	6
• Une bande passante limitée	6
• Des contraintes d'énergie	6
• Une sécurité physique limitée	6
• La bande passante limitée :.....	7
I.6 Applications des réseaux ad hoc	7
• Applications de collaborations :	7
• Militaires :	7
• Jeux vidéo :.....	7
• Urgences :.....	7
• Etendre les réseaux :.....	7
I.7 Les Avantages	8
I.8 Les Inconvénients	8
I.9 Conclusion	9
Chapitre 2 : Protocoles de routage dans les réseaux Ad hoc	
II.1 Introduction	11
II.2 Définition du routage	11
II.3 Difficulté du routage dans les réseaux ad hoc	11
II.4 Classification des protocoles de routage par les MANET	12
II.4.1 Protocole de routage Proactif.....	12
II.4.1.1 La méthode à État de Liens (Link State)	13

II.4.1.2 La méthode du Vecteur de Distance ("Distance Vector")	13
II.4.1.3 Exemples de protocoles de routage proactifs.....	13
II.4.2 Les protocoles de routage réactifs	14
II.4.2.1 Exemples de protocoles de routage réactifs	15
II.4.3 Comparaison entre les protocoles proactifs et réactifs	16
II.4.4 Les protocoles Hybrides	17
II.6 Conclusion	17

Chapitre 3 : Protocol de routage OLSR avec QoS

III.1 Introduction	19
III.2 La qualité de service QoS.....	19
III.3 But de QoS	19
III.4 Caractéristiques de QoS	20
III.5 Paramètres d'une qualité de service	20
• La qualité de service "de bout en bout"	20
• La perte de paquets.....	21
• La gigue.....	21
• La bande passante.....	21
III.6 Routage avec QoS pour les réseaux ad hoc.....	22
III.7 Notre Proposition	22
III.8 Présentation du protocole de routage OLSR	23
III.9 Le format du paquet OLSR :	23
III.10 Fonctionnement du protocole.....	24
III.10.1 Détection de voisinage	24
III.10.2 Gestion de topologie.....	26
III.11 Le choix d'OLSR	26
III.12 OLSR avec Qualité de service	26
III.13 La stabilité des nœuds (SDN).....	27
III.13 L'intégration de l'énergie dans le protocole de routage OLSR.....	27
III.13.1 L'intégration d'énergie dans le calcul des MPR	27
III.13.2 L'intégration d'énergie dans TC	28
III.14 L'amélioration de l'algorithme de sélection d'MPR.....	28
III.15 Conclusion.....	29

Chapitre 4 : Implémentation et Réalisation

IV.1 Introduction	31
-------------------------	----

IV.2 Définition de la simulation.....	31
IV.3 Outil de simulation.....	31
IV.4 Présentation du simulateur NS3	32
IV.5 Présentation du C ++.....	32
IV.6 installation de la simulation	32
IV.7 Paramètre de simulation.....	33
Tableau IV.1 : Paramètre de simulation.....	34
IV.8 implémentation.....	34
IV.9 La sélection de MPR	36
IV.9 Conclusion	39
CONCLUSTION GENERAL	40

FIGURE

Figure I.1 : Exemple d'un réseau ad hoc	4
Figure I.2 : le changement de la topologie d'un réseau Ad hoc.	6
Figure II.1 : Taxonomie des protocoles de routages des réseaux Ad hoc.....	12
Figure IV.1 : résultat de calcul l'énergie.....	34
Figure IV.2: l'énergie entre les voisins a un saut.....	35
Figure IV.3 : énergie entre les voisins a deux saut	36
Figure IV.4 : Comparaison entre l'OLSR classique et le stable-OLSR	37
Figure IV.5 : Nombre de paquet reçu par rapport à la vitesse de nœud	38

TABLEAU

Tableau II.1 : Comparaison entre les protocoles proactifs et réactifs	16
Tableau III.1 : Le format de paquet dans OLSR	24
Tableau III.2 : Table de voisinage du nœud A	25
Tableau IV.1 : Paramètre de simulation	34

Introduction générale

Introduction générale

Dans les réseaux filaires, les ordinateurs sont connectés par des câbles et se caractérisent par leurs puissances en termes de capacité de traitement et déstockage. De plus, de tels réseaux offrent une bande passante stable, de bonne qualité et peu coûteuse. Au début des années 90 l'évolution conséquente réalisée dans les réseaux sans fil a fait croître l'intérêt de l'informatique mobile.

Cette dernière offre un mécanisme de communication flexible entre les utilisateurs et un accès à l'ensemble des services disponibles dans un environnement classique (fixe) à travers un réseau indépendant de la localisation physique (géographique) et de la Mobilité de l'utilisateur.

Les réseaux sans fil les plus couramment déployés aujourd'hui s'appuient sur des infrastructures fixes : sites accueillant des stations de base dans le cas des réseaux cellulaires ou câbles pour les infrastructures filaires. La connectivité entre les différents éléments du réseau y est organisée et centralisée.

Les réseaux ad hoc sont des réseaux sans fil formés par des personnes ou des appareils, appelés nœuds, qui communiquent entre eux sans passer par une quelconque infrastructure et sans que les communications ne nécessitent une administration centrale. Les appareils en question peuvent être aussi variés que des ordinateurs, Des téléphones mobiles, des télévisions...etc.

Chaque nœud du réseau est équipé d'une interface radio qui peut être différente d'un nœud à l'autre (Bluetooth™, Wifi, UWB, ...etc.) et reste libre d'intégrer ou de quitter le réseau, à condition qu'il y ait suffisamment de nœuds dans une zone. Pour répondre à un besoin, le réseau s'adapte d'une manière spontanée d'où vient la terminologie ad hoc (en latin : pour cela) et se configure de façon complètement autonome et dynamique en fonction des possibilités de connexions existantes.

Lorsque les nœuds des réseaux ad hoc sont mobiles, on parle de MANET (Mobile Adhoc Network). La gestion de l'acheminement de données ou le routage, consiste à assurer une stratégie qui garantit, à n'importe quel moment, la connexion entre n'importe quelle paire de nœuds appartenant au réseau. La stratégie de routage doit prendre en considération les

Introduction générale

changements de la topologie ainsi que les autres caractéristiques du réseau ad hoc (bande passante, nombre de liens, ressources du réseau...etc.).

En outre, la méthode adoptée dans le routage, doit offrir le meilleur acheminement des données en respect des différentes métriques de coûts utilisées. Le présent travail entre dans le cadre d'améliorer la qualité de service dans les protocoles de routage ad hoc. Notre étude offre principalement une étude précise de protocole OLSR

Organisation du mémoire

Ce mémoire est divisé en quatre Chapitres :

Le premier chapitre présente des généralités sur les réseaux sans fil ad hoc, leurs caractéristiques, ainsi l'application.

Le deuxième chapitre explique la classification des protocoles de routages les plus connus.

Le troisième chapitre explique la notion de la qualité de service, propose un nouveau mécanisme dans ce cadre pour l'appliquer dans le protocole OLSR.

Le quatrième chapitre décrit les résultats de simulation en comparant le protocole standard

CHAPITRE 1

Généralités sur les réseaux Ad hoc

I.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter les environnements mobiles. Nous commençons par les réseaux sans fil. Nous introduisons ensuite le concept de réseaux mobiles, les types de réseaux mobiles et leurs caractéristiques. Enfin, nous définissons quelques domaines d'application et les Avantages des réseaux ad hoc.

I.2 Définition de réseaux mobiles sans fil

Un réseau sans fil (en anglais : wireless network) est un réseau informatique numérique qui connecte différents postes ou systèmes entre eux par ondes radio. Il peut être associé à un réseau de télécommunications pour réaliser des interconnexions à distance entre nœuds.

I.3 Définition des réseaux Mobile AD HOC

Un réseau ad hoc est une collection d'hôtes 'équipés par des interfaces sans fil qui peuvent communiquer entre eux sans aucune administration centralisée, en utilisant une technologie de communication sans fil comme Wifi, Bluetooth, etc.

Dans un réseau ad hoc tous les n nœuds sont à la fois routeurs et terminaux. Le choix des nœuds qui vont assurer une session de communication dans un réseau ad-hoc se fait dynamiquement selon la connectivité du réseau, d'où l'appellation "ad-hoc" la figure 1.1 représente un exemple d'un réseau ad hoc [1]

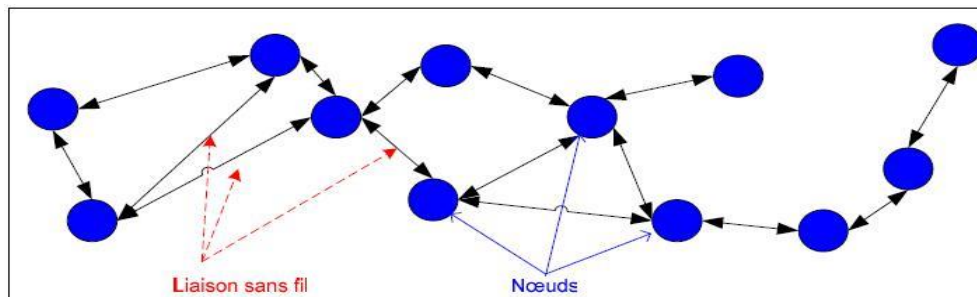


Figure I.1 : Exemple d'un réseau ad hoc

I.4 Types des réseaux ad hoc

Dans cette section, nous décrivons les trois types de réseaux Ad Hoc, à savoir : les réseaux mobiles ad hoc (Manet), les réseaux de capteurs (WSNs) et les réseaux maillés (WMNs).

I.4.1 Les réseaux mobiles ad hoc (Manet)

Un MANET (Mobile Ad hoc Network) est un réseau ad hoc dont les nœuds sont souvent caractérisés par une mobilité constante. Les Manet peuvent être déployés pour assurer la communication dans des environnements hostiles.

En outre, les Manet peuvent être utilisés comme infrastructure de communication alternative dans des situations où les infrastructures de communication conventionnelles sont détruites à cause d'une catastrophe naturelle, ou encore à cause des attaques ennemies, pour mieux coordonner les opérations de secours. [2]

I.4.2 Les réseaux de capteurs (WSNs)

Un réseau de capteurs sans fil est un groupe de transducteurs spécialisés dotés d'une infrastructure de communication pour surveiller et enregistrer les conditions à divers endroits. Les paramètres couramment surveillés sont la température, l'humidité, la pression, la direction et la vitesse du vent, l'intensité de l'éclairage, l'intensité des vibrations, l'intensité sonore, la tension des lignes électriques, les concentrations chimiques, les niveaux de polluants et les fonctions vitales du corps. [3]

I.4.3 Les réseaux mailles (WMNs)

Un WMN est constitué d'un ensemble de mesh-routeurs statiques généralement équipés par plusieurs interfaces de communication sans fil et placés sur les toits des bâtiments. Les mesh-routeurs connectés à Internet sont appelés "passerelles Internet" [4]

I.5 Les caractéristiques des réseaux mobiles Ad Hoc

On peut dégager six grandes caractéristiques : [6]

- **Une topologie dynamique** : Les unités mobiles du réseau, se déplacent d'une façon libre et arbitraire. Par conséquent la topologie du réseau peut changer à des instants déferents.

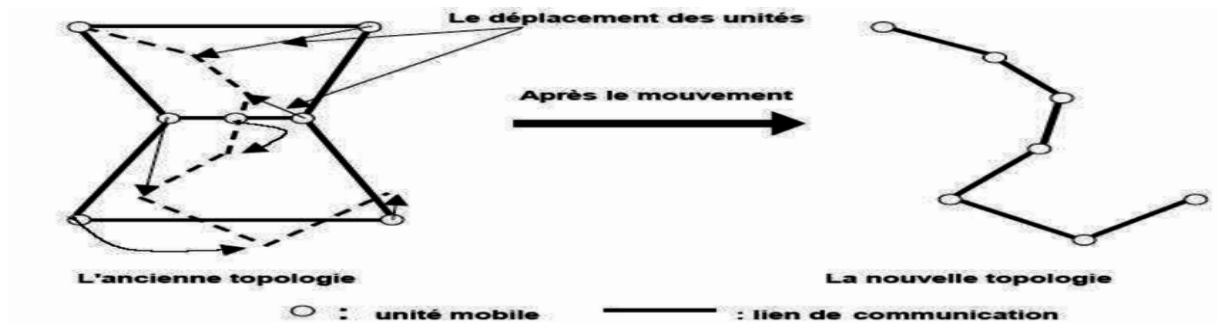


Figure I.2 : le changement de la topologie d'un réseau Ad hoc.

- **Une bande passante limitée** : Un des caractéristiques primordiales des réseaux basés sur la communication sans fil est l'utilisation d'un médium de communication partagé. Ce partage fait que la bande passante réservée à un hôte soit modeste.
- **Des contraintes d'énergie** : Les équipements mobiles disposent de batteries limitées, et dans certains cas très limitées tels que les PDA (Personal Digital Assistant), et par conséquent d'une durée de traitement réduite. Sachant qu'une partie de l'énergie est déjà consommée par la fonctionnalité du routage. Cela limite les services et les applications supportées par chaque nœud.
- **Une sécurité physique limitée** : Dans les réseaux ad hoc, le principal problème ne se situe pas tant au niveau du support physique mais principalement dans le fait que tous les nœuds sont équivalents et potentiellement nécessaires au fonctionnement du réseau. Les possibilités de s'insérer dans le réseau sont plus grandes, la détection d'une intrusion ou d'un déni de service plus délicate et l'absence de centralisation pose un problème de remontée de l'information de détection d'intrusions

- **La bande passante limitée :** les liens sans fil posséderont toujours une capacité inférieure à leurs homologues câblés. L'utilisation des méthodes de partage du canal radio (accès multiple) influence directement la bande passante réservée à un terminal Ad hoc

I.6 Applications des réseaux ad hoc

- **Applications de collaborations :** les utilisateurs professionnels ont besoin d'applications particulières lors d'échange entre collaborateurs. Ainsi, au cours de réunions ou de conférences, ces utilisateurs peuvent ressentir le besoin de former dans n'importe quel lieu un réseau pour s'échanger des informations, ou faire une vidéo conférence entre bureaux voisins.
- **Militaires :** lors d'interventions en milieu hostiles, il peut être difficile ou trop encombrant d'utiliser un réseau à infrastructures. Les réseaux sans fil sont parfaitement bien adaptés à ce type d'environnement où les déplacements restent peu rapides et peu soutenus
- **Jeux vidéo :** Les réseaux sans fil sont bien adaptés pour permettre l'échange d'informations entre applications personnelles. Ainsi, pour les utilisateurs voulant jouer en réseau, il est facile et à faible coût de déployer un réseau ad hoc, le meilleur exemple est la PSP de Sony.
- **Urgences :** lors de catastrophes d'origines naturelles (comme les tremblements de terre, les tsunamis, les feux de forêt ou d'habitations...) Les réseaux sans fil, par leur compacité et leur rapidité de déploiement, permettent aux différentes équipes de secours d'établir rapidement des liaisons et d'échanger des informations.
- **Étendre les réseaux :** un des major problème des réseaux avec infrastructure est la couverture limitée, pour cela les réseaux ad hoc sont sollicités afin d'étendre la couverture des réseaux cellulaire par exemple [8].

I.7 Les Avantages

Les réseaux Ad hoc offrent plusieurs avantages qui rendent leur utilisation. Ces principaux avantages sont :

- **La flexibilité** : La possibilité de travailler là où l'utilisateur le désire, là où il doit être, là où se trouve son travail.
- **Facilité et rapidité de construction** : pour construire un réseau Ad hoc, il suffit de mettre des terminaux équipés de la technologie adéquate les uns à la portée d'émission des autres. [9]
- **Réduction des coûts**
- **Mobilité** : L'absence de câble apporte une certaine liberté de déplacement aux nœuds du réseau.
- **La souplesse d'utilisation** : est un paramètre très important puisque les seuls éléments pouvant tomber en panne sont les nœuds eux-mêmes. Autrement dit, il n'y a pas de panne.

I.8 Les Inconvénients

- **Fiabilité** : La communication sans fil est moins fiable que la communication des réseaux filaires.
- La sécurité dans les réseaux ad hoc est difficile à contrôler.
- **Contraintes d'énergie** : Les hôtes mobiles sont alimentés par des sources d'énergie autonomes comme des batteries ou les autres sources consommables. Le paramètre d'énergie doit être pris en considération dans tout le contrôle fait par le système.

I.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une étude globale qui explique les réseaux mobiles sans fils et les réseaux mobile Ad hoc, leurs caractéristiques et leurs types, les domaines d'applications des réseaux sans fil Ad hoc et les inconvénients et les avantages.

Dans le deuxième chapitre nous allons présenter les protocoles de routage MANET

CHAPITRE 2

Protocoles de routage dans les réseaux Ad hoc

II.1 Introduction

Pour mieux comprendre les stratégies et les approches utilisées dans la conception des protocoles permettant aux réseaux ad hoc de se relier à Internet, nous allons, tout d'abord, parler du routage à l'intérieur des réseaux ad hoc. Dans ce qui suit, nous allons présenter les fonctions du routage avec les contraintes qu'il faut respecter par un protocole, et nous terminerons par les différentes classifications des protocoles de routage.

II.2 Définition du routage

Le routage est une méthode d'acheminement des informations à la bonne destination à travers un réseau de connexion donné. Le problème de routage consiste à déterminer un acheminement optimal des paquets à travers le réseau au sens d'un certain critère de performance.

Le problème consiste l'investissement de moindre coût en capacité nominales et de réservés qui assure le routage du trac nominal. [10]

II.3 Difficulté du routage dans les réseaux ad hoc

De fait qu'un réseau ad hoc est un ensemble de nœuds qui sont dynamiquement et arbitrairement éparpillés d'une manière ou l'interconnexion entre les nœuds peut changer a tout moment.il se peut qu'un hôte destination soit hors de la portée de communication d'un hôte source ,ce qui nécessite l'emploi d'un routage interne par les nœuds intermédiaires afin de faire acheminer les paquets de message a` la bonne destination.

En effet, la topologie évoluant constamment en fonction des mouvements des mobiles, le problème qui se pose dans le contexte des réseaux ad hoc est l'adaptation de la méthode d'acheminement utilisée avec le grand nombre d'unité existant dans un environnement caractérisé par de modestes capacités de calcul et de sauvegarde. D'ailleurs dans la pratique il est impossible qu'un hôte puisse garder les informations de routage concernant tous les autres nœuds, dans le cas où le réseau est volumineux [11].

II.4 Classification des protocoles de routage par les MANET

Ces protocoles doivent pouvoir supporter des couches physiques et MAC hétérogènes et offre aux couches supérieures la possibilité de fonctionner uniquement sur IP.

Les protocoles de routage peuvent être séparés en : Proactif, Réactif et Hybride

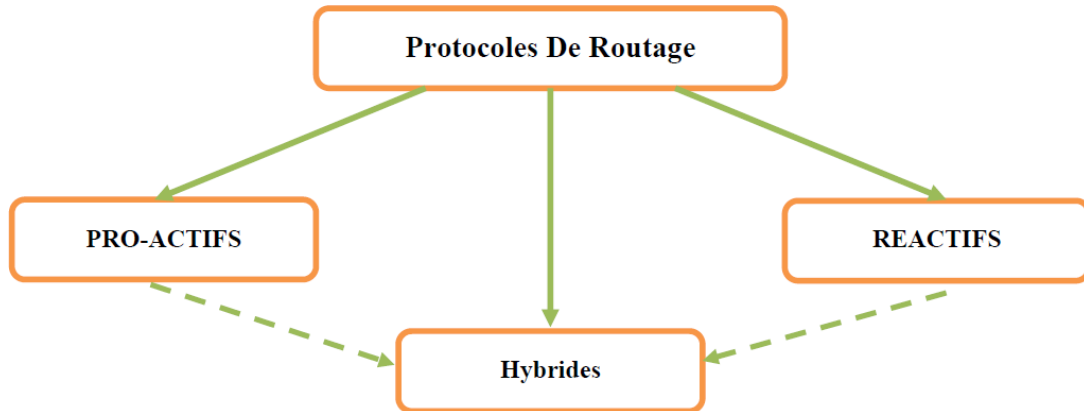


Figure II.2 : Taxonomie des protocoles de routages des réseaux Ad hoc

II.4.1 Protocole de routage Proactif

Dans cette classe de protocoles, un système d'échange e périodique de paquets de contrôle est mis en place de telle sorte que chaque nœud puisse construire de façon distribuée la topologie du réseau.

Qui construit les tables de routage avant que la demande en soit effectuée.et sont basé sur la même philosophie des protocoles de routage utilisés dans les réseaux filaires conventionnels. Les deux principales méthodes utilisées sont :

- La méthode Etat de Lien ("Link State").
- La méthode du Vecteur de Distance ("Distance Vector").

Ces deux méthodes imposent une mise à jour régulière des données de routage qui doit être diffusée par les différents nœuds de routage du réseau. Nous allons décrire dans ce qui suit, les protocoles les plus importants de cette classe LSR, OLSR, DSDV, et quelques d'autres protocoles [12].

II.4.1.1 La méthode à État de Liens (Link State)

Dans le protocole "Link State", chaque nœud de routage maintient sa propre vision de la topologie du réseau, chaque nœud diffuse (par inondation) périodiquement l'état des liens de ses voisins à tous les nœuds du réseau. Cela est fait aussi quand il y a un changement d'état de liens. [13]

Un nœud qui reçoit les informations concernant l'état des liens, met à jour sa vision de la topologie du réseau et applique un algorithme de calcul des chemins optimaux afin de choisir le nœud suivant pour une destination donnée. Algorithmes les plus connus appliqués dans le calcul des plus courts chemins, est celui de Dijkstra

II.4.1.2 La méthode du Vecteur de Distance ("Distance Vector")

Chaque nœud de routage diffuse à ses nœuds de routage voisins, sa vision des distances qui le séparent de tous les hôtes du réseau, chaque nœud de routage fait un certain calcul pour trouver le chemin le plus court vers n'importe quelle destination. Le processus de calcul se répète, s'il y a un changement de la distance minimale séparant deux nœuds, et cela jusqu'à ce que le réseau atteigne un état stable. Cette technique est basée sur l'algorithme distribué de Bellman-Ford. [13]

II.4.1.3 Exemples de protocoles de routage proactifs

- Le protocole LSR

Dans le protocole LSR (Link State Routing), toutes les stations envoient constamment à son voisinage l'état de ses liens.

Celles-ci acheminent à leur tour, et de proche en proche, les informations qu'elles reçoivent, jusqu'au moment qu'elles soient connues de toutes les stations.

De cette façon, chaque station va pouvoir former ainsi sa propre table de routage, qui va être utilisée lorsque la station souhaitera joindre un destinataire : une simple recherche dans la table va suffire pour trouver le récepteur.

Ce protocole illustre parfaitement le concept de routage proactif, et cumule les défauts inhérents à cette technologie (une diffusion parfois excessive des données de routage, et un gaspillage de la bande passante).

En faible mobilité, ce protocole fournit de bons résultats, mais qui s'affaiblissent progressivement quand la mobilité des stations augmente. [13]

- Le protocole DSDV

L'algorithme DSDV (Dynamic destination Sequenced Distance Vector) a été conçu spécialement pour les réseaux Mobiles.

Chaque station mobile maintient une table de routage qui contient toutes les destinations possibles, le nombre de sauts pour atteindre la destination, le numéro de séquences (SN) qui correspond à un nœud destination, permettant de distinguer les nouvelles routes des anciennes et éviter la formation de boucles de routage. Les mises à jour des tables sont transmises périodiquement à travers le réseau afin de maintenir la consistance des informations ce qui génère un trafic important qu'il faut limiter. Pour cela, deux types de paquets de mise à jour sont utilisés : les "fulls dump", contenant toutes les informations et des paquets plus petits, ne contenant que les informations ayant changé depuis le dernier full dump. Les mises à jour sont soit incrémentale ou complète. [14]

II.4.2 Les protocoles de routage réactifs

Ces protocoles se basent sur la découverte et le maintien des routes. Suite à un besoin, une procédure de découverte globale de routes est lancée. Ce processus s'arrête une fois la route trouvée ou toutes les possibilités sont examinées. Dès que la communication est établie, cette route est maintenue jusqu'à ce que la destination devienne inaccessible ou jusqu'à ce que la route ne soit plus désirée. Parmi les protocoles basés sur ce principe on cite : CBRP, DSR, AODV. [15]

II.4.2.1 Exemples de protocoles de routage réactifs

- Le protocole AODV

L'AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector) est considéré comme la combinaison de DSR et de DSDV. Il combine les mécanismes de découverte et de maintenance de routes de DSR en y associant le numéro de séquence (pour le maintien de la consistance des informations de routage) et les mises à jour périodiques de DSDV. La découverte de route se fait par diffusion du message RREQ (Route Request).

AODV utilise le numéro de séquence pour éviter les boucles et être sûr d'utiliser les routes les plus récentes (les plus fraîches). Quand un nœud de transit envoie le paquet de la requête à un voisin, il sauvegarde aussi l'identificateur du nœud dans la table de routage à partir duquel la première copie de la requête est reçue. Cette information est utilisée pour construire le chemin inverse. Si un nœud reçoit plusieurs copies d'un même RREQ, seule la première est conservée.

Une fois que le message atteint la destination, elle retransmet un message RREP (Route Reply) vers la source par le chemin inverse. Etant donné que le RREP est envoyé par le même chemin que le RREQ, AODV ne supporte que des liens symétriques.

Le protocole de routage AODV n'assure pas l'utilisation du meilleur chemin existant entre la source et la destination mais il ne présente pas de boucle de routage et évite le problème "counting to infinity" de Bellman-Ford, ce qui offre une convergence rapide quand la topologie du réseau change. [16]

- Le protocole DSR

DSR (Dynamic Source Routing) est basé sur l'utilisation de la technique "routage à la source" c'est-à-dire c'est à la source de déterminer la séquence complète des nœuds selon lesquelles, les paquets de données seront envoyés.

Chapitre 2 : Protocoles de routage dans les réseaux Ad hoc

Les nœuds n'ont pas besoin de tables de routage. Les deux opérations de base de DSR sont : la découverte de routes (route discovery) et la maintenance de routes (route maintenance).

La découverte de routes se fait par diffusion d'un paquet requête de route pour identifier la cible. En cas de réussite, le nœud initiateur reçoit un paquet réponse de route qui liste la séquence de nœuds à travers lesquels la destination peut être atteinte. Dès que la destination est localisée, une copie de ce chemin est envoyée dans un paquet réponse de route à l'initiateur. De cette manière, la requête de route est propagée dans le réseau, jusqu'à ce qu'elle atteigne la destination qui va répondre à la source.

Afin de réduire le coût et la fréquence de la découverte de routes, chaque nœud garde trace des chemins trouvés à l'aide des paquets de réponses. Ces chemins sont utilisés jusqu'à ce qu'ils soient invalides. Le protocole DSR n'intègre pas l'opération de découverte de routes avec celle de la maintenance, comme le font les protocoles de routage conventionnels et évite le problème de boucle de routage. [18]

II.4.3 Comparaison entre les protocoles proactifs et réactifs

Proactifs	Réactifs
Maintiennent toujours les routes	Un surcoût minimal parce que les routes ne sont déterminées qu'à la demande
Peu ou pas de délai pour déterminer une route	Un délai important lors de la détermination d'une route
Consomme de la bande passante pour maintenir à jour les routes	Emploi des systèmes d'inondation pour réaliser une recherche globale
Maintiennent des routes qui peuvent ne jamais servir	Le contrôle des échanges peut être difficile

Tableau II.1 : Comparaison entre les protocoles proactifs et réactifs

II.4.4 Les protocoles Hybrides

Les protocoles hybrides combinent les deux approches. Ils utilisent un protocole proactif, pour apprendre le proche voisinage (voisinage à deux ou trois sauts) et un protocole réactif pour atteindre les nœuds situés au-delà de cette zone pré-définie de voisinage. Les protocoles hybrides font appel aux techniques des protocoles réactifs pour chercher des routes. Avec ce découpage, le réseau est partagé en plusieurs zones et la recherche de route en mode réactif peut être améliorée.

A la réception d'une requête de recherche réactive, un nœud peut indiquer immédiatement si la destination est dans le voisinage ou non et par conséquent savoir s'il faut aiguiller ladite requête vers les autres zones sans déranger le reste de sa zone. Ce type de protocole s'adapte bien aux grands réseaux [19]

II.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé la notion et les problèmes de routage dans les réseaux ad hoc.

Finalement, nous avons présenté la classification des protocoles de routage dans les environnements mobiles, avec quelques exemples pour les protocoles de routage proactifs et réactifs qui sont conçus pour les réseaux Ad hoc.

Dans le prochain chapitre, nous détaillerons le protocole de routage OLSR, ses fonctionnements, les Algorithmes de (routage, de sélection des MPR...etc.).

CHAPITRE 3

Protocol de routage OLSR avec Qos

III.1 Introduction

Les réseaux mobiles sans fil ad hoc (MANET) ils sont très populaires de nos jours en raison de leur simple utilisation et de diffusion de la technologie sans fil. À mesure que la croissance des applications multimédias se poursuit et que les exigences en matière de trafic réel augmentent, les chercheurs ont de grandes difficultés à trouver des technologies et des approches répondant à ces exigences. Dans le domaine des réseaux ad hoc sans fil, ceci est plus difficile en raison de la topologie dynamique du réseau et de la contrainte de bande passante. Il a été fait beaucoup de travail dans ce domaine et il existe des documents fournissant une vue d'ensemble de la qualité de service (QoS) dans les réseaux ad hoc mobiles.

Dans ce chapitre nous allons détailler la notion de la qualité de service, Après, nous allons l'appliquer sur le protocole OLSR.

III.2 La qualité de service QoS

La qualité de service (QoS) ou Quality of service (QoS) est la capacité de transmission dans de bonnes conditions un certain nombre de paquets dans une connexion entre un émetteur et un récepteur, et cela peut être présenté sous plusieurs termes tel que la disponibilité, débit, délais de transmission, gigue, taux de perte de paquets...

Elle regroupe un ensemble de technologies mise en œuvre pour assurer des débits suffisants et constants sur tous les types de réseaux. [20]

III.3 But de QoS

Le but de la QoS est donc d'optimiser les ressources du réseau et de garantir de bonnes performances aux applications. La qualité de service sur les réseaux permet d'offrir aux utilisateurs des débits et des temps de réponse différenciés par application suivant les protocoles mis en œuvre au niveau de la couche réseau.

Elle permet ainsi aux fournisseurs de services de s'engager formellement auprès de leurs clients sur les caractéristiques de transport des données applicatives sur leurs infrastructures IP. [20]

III.4 Caractéristiques de QoS

Dans un réseau, les informations sont transmises sous la forme de paquets, petits éléments de transmission transmis de routeur en routeur jusqu'à la destination. Tous les traitements vont donc s'opérer sur ces paquets.

La mise en place de la qualité de service nécessite en premier lieu la reconnaissance des différents services. Celle-ci peut se faire sur la base de nombreux critères : [21]

- La source et la destination du paquet.
- Le protocole utilisé (UDP/TCP/ICMP/etc.).
- Les ports source et de destination dans le cas des protocoles TCP et UDP.
- La date et l'heure.
- La congestion des réseaux.
- La validité du routage (gestion des pannes dans un routage en cas de routes multiples par exemple).
- La bande passante consommée.
- Les temps de latence.

III.5 Paramètres d'une qualité de service

- **La qualité de service "de bout en bout"**

Derrière cette expression, qui signifie que la qualité de service est théoriquement la même d'un bout à l'autre d'un réseau, on trouve une multitude de situations, notamment conditionnées par la pluralité des opérateurs et des matériels présents, ainsi que des capacités réseau et des politiques de qualité de service en place. Certains nœuds de redistribution peuvent dans ce cas être sources d'engorgement.

- **La perte de paquets**

Correspond aux octets perdus lors de la transmission des paquets. S'exprime en taux de perte. Plutôt rare.

La perte de paquets est préjudiciable, car il est impossible de réémettre un paquet voix perdu, compte tenu du temps dont on dispose. Le moyen le plus efficace de lutter contre la perte d'informations consiste à transmettre des informations redondantes (code correcteur d'erreurs), qui vont permettre de reconstituer l'information perdue. Des codes correcteurs d'erreurs, comme le Reed Solomon, permettent de fonctionner sur des lignes présentant un taux d'erreur de l'ordre de 15 ou 20 %. Une fois de plus, ces codes correcteurs d'erreurs présentent l'inconvénient d'introduire une latence supplémentaire. Certains, très sophistiqués, ont une latence très faible.

- **La gigue**

La gigue (variation des délais d'acheminement des paquets voix) est générée par la variation de charge du réseau (variation de l'encombrement des lignes ou des équipements réseau) et donc à la variation de routes dans le réseau. Chaque paquet est en effet susceptible de transiter par des combinaisons différentes de routeurs entre la source et la destination. Pour compenser la gigue, on peut utiliser des buffers (mémoire tampon) côté récepteur, afin de reconstituer un train continu et régulier de paquets voix. Toutefois, cette technique a l'inconvénient de rallonger le délai d'acheminement des paquets. Il est donc préférable de disposer d'un réseau à gigue limitée.

- **La bande passante**

Il existe deux modes de disponibilité de la bande passante, en fonction du type de besoin exprimé par l'application. Le mode "burst" est un mode immédiat, qui monopolise toute la bande passante disponible (lors d'un transfert de fichier par

exemple). Le mode "stream" est un mode constant, plus adapté aux fonctions audio/vidéo ou aux applications interactives. [22] [23]

III.6 Routage avec QoS pour les réseaux ad hoc

Généralement, dans un réseau, le routage permet d'établir une route de plus court chemin en termes de distance ou de délai entre deux nœuds source et destination.

Dans le cadre d'une qualité de service, le but du protocole de routage est de trouver la meilleure route selon les critères précis de la qualité de service souhaitée (délai, taux de perte, quantité de bande passante, ...), et reposant sur des liens fiables.

Ce dernier point est à la fois important et difficile à assurer dans le cas des réseaux ad hoc en raison de leur topologie dynamique. Les nœuds constituant le réseau ad hoc doivent stocker et mettre à jour les états des liens dans un environnement qui est mobile. Ce processus est donc très complexe et couteux car des ruptures de liens peuvent intervenir à tout moment beaucoup plus fréquemment que dans des réseaux classiques.

Plusieurs solutions de protocoles de routage pour les Manets ont été proposées. [24]

III.7 Notre Proposition

Nous proposons une nouvelle métrique basée sur le concept de la stabilité des nœuds (SDN) par rapport à l'énergie entre eux. En choisissant le protocole OLSR pour l'introduction d'un paramètre de QoS

On va discuter le concept SDN, le choix d'OLSR et le nouvel protocole décollant de cette métrique (New OLSR).

III.8 Présentation du protocole de routage OLSR

OLSR est un protocole de routage proactif, conçu pour fonctionner dans un environnement mobile distribué sans aucune entité centrale le contrôlant et réagissant à la mobilité (réseaux Ad hoc). Il est utilisé dans les réseaux denses et peu mobiles.

Il représente une adaptation et une optimisation du principe de routage à état de lien pour les réseaux ad hoc. Il permet d'obtenir les routes de plus court chemin. L'optimisation tient au fait que dans un protocole à état de lien, chaque nœud déclare ses liens directs avec tous ses voisins à tout le réseau. Dans le cas d'OLSR, les nœuds ne vont déclarer qu'une sous partie de leur voisinage par l'utilisation de relais multipoints MPR (Multipoint Relay) [6]

III.9 Le format du paquet OLSR :

Contrairement à AODV qui offre un format spécifique à chacun de ses messages, le protocole OLSR définit un format général du paquet, donné sur la figure (Figure III.1). Ce format est unique pour tous les messages circulant sur le réseau.

En plus des messages d'échange de trafic de contrôle **HELLO** et **TC** (Topology Control), le protocole OLSR propose deux autres types différents de messages : **MID** (Multiple Interface Déclaration) et **HNA** (Host and Network Association) [6]

Longueur de paquet		Numéro de séquence du paquet
Type de message	Vtime	Taille de message
Adresse d'origine		
Temps de vie	Compteur de saut	Numéro de séquence du message
Message		
Temps de vie	Vtime	Taille de message
Adresse d'origine		
Temps de vie	Compteur de saut	Numéro de séquence du message
Message		

Tableau III.1 : Le format de paquet dans OLSR

Chaque paquet peut contenir plusieurs messages identifiés par un type. Ceci permet d'envoyer plusieurs informations à un nœud en une seule transmission. Selon la taille de **MTU** (Maximum Transfer Unit), un nœud peut ajouter de différents messages et les transmettre ensemble. Par conséquent différents types de messages peuvent être émis ensemble mais traités et retransmis différemment dans chaque nœud. Quand ce dernier reçoit un paquet, il examine les entêtes des messages et en détermine le type selon la valeur du champ *message type*. Dans OLSR, un message du control individuel est uniquement identifier par une adresse initiale (Originator address) et son numéro de séquence *MSN* (Message Sequence Number). [6]

III.10 Fonctionnement du protocole

III.10.1 Détection de voisinage

Pour accomplir le choix des relais multipoint, chaque nœud doit déterminer ses voisins symétriques directs, mais vue la mobilité des réseaux Ad hoc, certains liens peuvent devenir asymétriques, par conséquent, il faut tester tous les liens dans les

Chapitre 3 : Protocol de routage OLSR avec Qos

deux sens avant de les considérer valides. Pour cela OLSR propose le mécanisme de détection de voisinage, ce mécanisme est assuré par l'échange périodique des messages « HELLO » qui contient des informations sur les voisins connus et l'état des liens avec ceux-ci. La fonction des messages « HELLO » est multiple. Il permet à un nœud de renseigner sa table de voisinage afin de connaître ses voisins directs et leurs types de lien. Et comme chaque nœud diffuse ce type de message, un nœud peut acquérir des informations sur les voisins de ses voisins directs, donc il aura la topologie du réseau à deux sauts.

A base de ses informations un nœud choisit ses MPR, après leur sélection, il les déclare dans une partie de message « HELLO ». Ceci permet à un nœud de savoir quels voisins l'ont choisi comme MPR, autrement dit de construire la liste M PRset. A la réception de message « H ELLO », chaque nœud mis à jour sa table de voisinage pour sauvegarder ses voisins à un saut et leurs types de lien à savoir (symétriques, asymétriques ou MPR). La table suivante montre la table de voisinage du nœud A. [6]

Nœuds voisins	Types de lien
B	Symétrique
C	Symétrique
E	Asymétrique
F	Symétrique

Tableau III.2 : Table de voisinage du nœud A

III.10.2 Gestion de topologie

Le contrôle de la topologie ne se fait que par les nœuds élus comme MPR. Ces nœuds diffusent périodiquement des messages de contrôle de la topologie TC (Topology Control).

Le message TC contient l'adresse de générateur du message, l'adresse du nœud destinataire, le numéro de séquence et la durée de vie du message. Il envoie dans ce message l'ensemble des nœuds qui ont sélectionné ce nœud comme MPR (MPR selector_set). Cette information va aider les autres nœuds à construire leur table topologique, puis leur table de routage. [6]

III.11 Le choix d'OLSR

Après une étude sur des différentes classes des protocoles de routage existant dans les réseaux ad hoc, nous nous sommes intéressés à choisir un. Ce protocole doit être adapté à ce genre de réseaux, afin de l'installer et de le configurer. Ce protocole doit de plus avoir un bon comportement dans différentes situations.

Notre choix s'est porté sur OLSR. Vue de La distribution périodique des messages de contrôle pour calculer les paramètres de qualité de service ajoutés régulièrement qui ne sont pas tolérés dans les protocoles réactifs.

III.12 OLSR avec Qualité de service

Le protocole de routage OLSR avec la qualité de service est conçu pour les réseaux sans fil avec des nœuds stationnaires ou mobiles, où chaque nœud est équipé d'une carte sans fil 802.11. Le but de notre protocole n'est pas seulement de trouver une route d'une source à une destination, mais une route optimale qui satisfait l'exigence de QoS de bout en bout, souvent donnée en termes de bande passante ou de délai.

III.13 La stabilité des nœuds (SDN)

Dans le réseau ad hoc, il n'y a pas vraiment des nœuds stables parce que tous les nœuds peuvent se déplacer tout moment au hasard. La notion de stabilité que nous présentons est basée sur les statistiques collectées par un nœud sur son voisin pour estimer la durabilité de connexion.

Pour estimer cette stabilité, nous avons effectué à chaque nœud une valeur d'énergie.

III.13 L'intégration de l'énergie dans le protocole de routage OLSR

L'OLSR est basé sur deux principes, le mécanisme de MPR et TC (topologie contrôle), pour collecter les informations dans le réseau. Dans notre proposition, nous intégrons un nouveau métrique basé sur l'énergie dans les deux concepts de OLSR (MPR et TC). Cette solution permet de créer une topologie de réseau stable par rapport au OLSR standard.

III.13.1 L'intégration d'énergie dans le calcul des MPR

Le mécanisme pour calculer les MPR mentionné dans l'OLSR classique est basé sur le degré d'accessibilité, notre métrique est basé sur le même principe mais on prend l'énergie du nœud

- **La sélection MPR**

Un nœud sera sélectionné comme un MPR, si le lien à ce nœud est symétrique et le maximum des membres des voisinages a une énergie supérieure ou égale à un seuil.

- **Le choix de seuil**

Nous avons choisi comme un seuil la valeur minimal des valeurs maximal des valeurs d'énergie

III.13.2 L'intégration d'énergie dans TC

Dans le protocole OLSR et après la réception de message TC (topologie contrôle) chaque nœud MPR faire son mis à jour à la topologie des tables de routage pour enregistrer l'état globale de réseau, pour cela, nous ajoutons la valeur de la stabilité avec chaque lien pour avoir le nouveau format de message TC. Montré dans le tableau suivant.

III.14 L'amélioration de l'algorithme de sélection d'MPR

L'algorithme standard de sélection des MPR est modifié comme suit On note que :

On note que :

- $N(x)$: est l'ensemble des voisins directs de x .
- $N_2(x)$: est l'ensemble des voisins du deuxième niveau.
- $MPRset(x)$: est l'ensemble des relais multipoints de x .

Début {

1. Commencer par un ensemble de relais multipoint vide $MPRset(x) = \emptyset$
2. Select $N(x)$ qui couvre les voisins isolé de $N_2(x)$.
3. Tant que $N_2(x)$ n'est pas à la fin refaire {
4. effectuer une valeur minimal de valeur maximum des valeur énergie
5. Choisir les nœuds de l'ensemble des voisins $N(x)$ qui sont les seuls ayant le nombre de $N_2(x)$ maximal qui on le supérieur ou égal au seuil.
6. Ajouter ces nœuds sélectionnés de $N(x)$ à l'ensemble $MPRset(x)$, et éliminer tous les nœuds du second niveau couvert par ces derniers de l'ensemble $N_2(x)$

} Fin Tant que.

} Fin

III.15 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons appliqué une nouvelle métrique à un protocole de routage standard, OLSR sous terme de la qualité de service.

D'abord, nous avons défini la QoS. Puis, nous avons choisi un protocole dans le réseau pour l'appliquer et montré notre choix.

Dans le chapitre suivant nous allons tester l'efficacité de notre proposition sous le simulateur NS-3.

CHAPITRE 4

Implémentation et Réalisation

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons représenter la dernière partie du travail. Dans cette étape nous allons mentionner le simulateur utilisé, ensuite nous avons donné un aperçu sur le travail sous forme des figures et des diagrammes.

IV.2 Définition de la simulation

La simulation est une technique de modélisation largement utilisée dans l'évaluation de performances des systèmes informatiques et réseaux de communication. Il s'agit d'implanter un modèle simplifié du système à l'aide d'un programme de simulation adéquat. Cela permet de modéliser des situations très complexes que l'on ne peut résoudre analytiquement. De plus, le comportement transitoire des systèmes peut être évalué alors que les modèles analytiques sont généralement utilisés pour étudier le comportement stationnaire d'un système. [25]

La simulation est l'approche la plus utilisée dans l'évaluation des protocoles de communication dans les réseaux ad-hoc. Cela est justifié par [26]

- La limitation de l'approche analytique : même si l'étude analytique des protocoles de communication dans les réseaux ad-hoc donne un aperçu sur les propriétés de ces derniers, mais les résultats obtenus restent limités car les études sont basées sur des hypothèses strictes (aucune mobilité, mécanismes MAC parfaits, etc.).
- Le coût élevé d'expérimentations avec des implémentations réelles : il est très coûteux de déployer des réseaux uniquement pour des objectifs de recherche. De plus, il est plus facile et moins coûteux de mener un grand nombre de tests par des simulations.

IV.3 Outil de simulation

Nous avons choisi le simulateur NS3, la version NS-3-29 sous le système d'exploitation ubuntu, avec NS3 on peut ajouter nos propres protocoles, qui conque le niveau de la couche réseau.

IV.4 Présentation du simulateur NS3

Ns-3 est un simulateur de réseau à événements discrets ciblés principalement pour la recherche et l'utilisation pédagogique. Le projet ns-3, a commencé en 2006, c'est un projet open-source de développement ns-3.

Ns-3 a été développé pour fournir une plate-forme extensible de simulation ouverte, pour la recherche de réseaux et de l'éducation.

Ns-3 est conçu comme un ensemble de bibliothèques qui peuvent être combinés ensemble et aussi avec d'autres bibliothèques de logiciels externes. Alors que certaines plates-formes de simulation fournissent aux utilisateurs un environnement unique de l'interface utilisateur, il intègre une interface graphique dans laquelle toutes les tâches sont effectuées, ns-3 est plus modulaire à cet égard [27]

IV.5 Présentation du C ++

C++ est un langage de programmation développé par Bjarne Stroustrup à partir de 1979 chez Bell Labs. C ++ s'exécute sur une variété de plates-formes, telles que Windows, Mac OS et les différentes versions d'UNIX.

C++ est un langage de programmation statique, compilé, à usage général, sensible à la casse, langage libre qui prend en charge la programmation procédurale, orientée objet et générique.

C++ est très utilisé pour écrire des pilotes de périphériques et d'autres logiciels qui reposent sur la manipulation directe du matériel avec des contraintes en temps réel. [28]

IV.6 installations de la simulation

- Installer le system d'exploitation LUNIX ubuntu 18.04.
- Télécharger NS-3.29 d'après le site www.nsnam.org .
- Ecrit ensemble des commandes suivantes :

Step 1:

```
$] Sudo apt update
```

```
$] Sudo apt upgrade
```

Step2:

```
$] Sudo apt install build-essential autoconf automake libxmu-dev python-  
pygoocanvas python-pygraphviz cvs mercurial bzip2 git cmake p7zip-full python-  
matplotlib python-tk python-dev python-kiwi python-gnome2 python-gnome2-  
desktop-dev python-rsvg qt4-dev-tools qt4-qmake qt4-qmake qt4-default gnutls-wireshark
```

```
$] tar xjf ns-allinone-3.29.tar.bz2
```

```
$] cd ns-allinone-3.29/
```

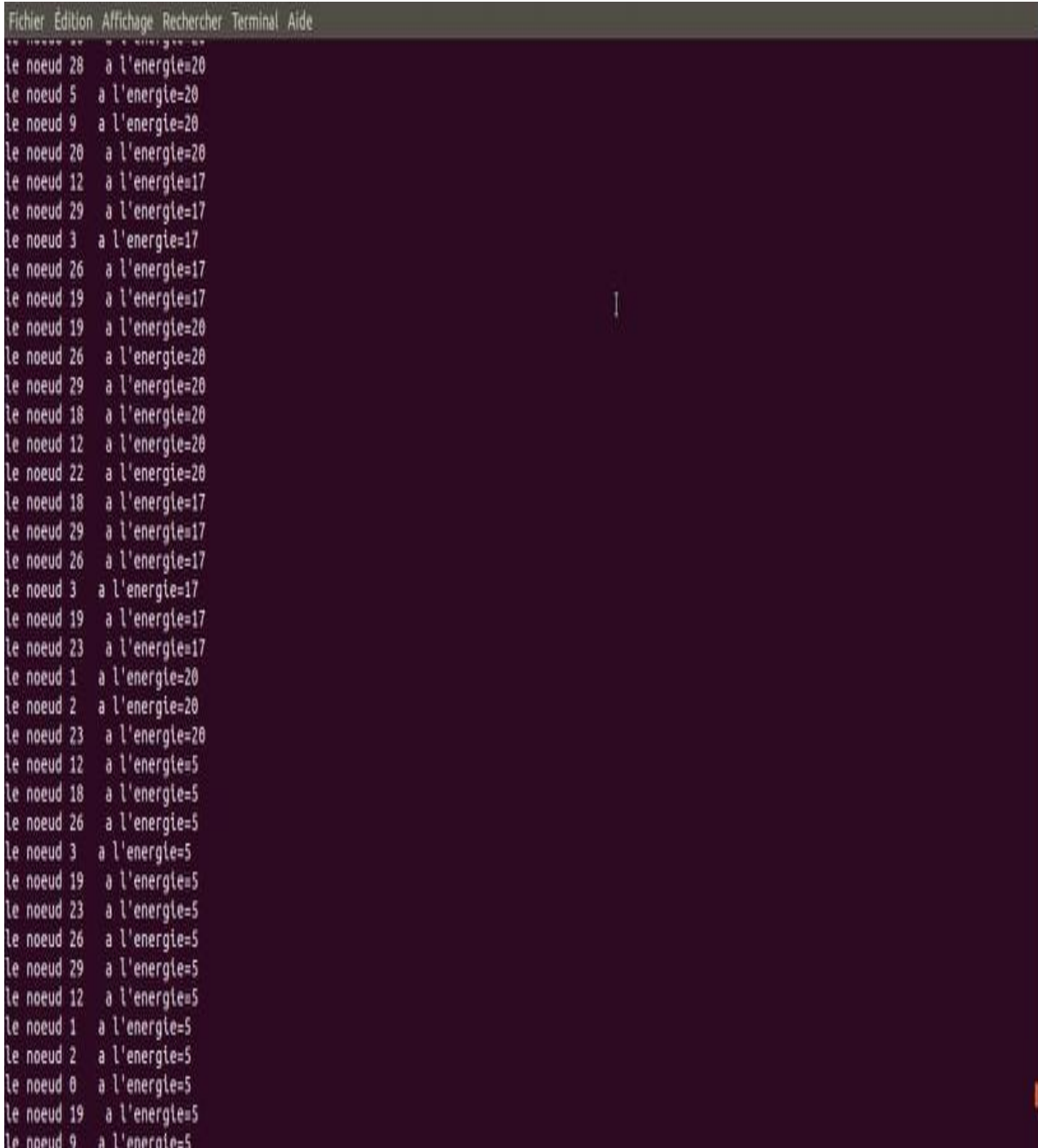
```
$] ./build.py --enable-examples --enable-tests
```

IV.7 Paramètre de simulation

Paramètre	Valeur
Protocol	OLSR
Nombre des nœuds	30
Modèle de mobilité	RWP
Temps de simulation	200s
Vitesse de nœud	20m/s
Phys+liaison	802.11b
Puissance d'émission (dbm)	7.7 dbm
Pair (source/sink)	10
Trafique de données	Paquet UDP
Taille de paquet	64 octets

Tableau IV.1 : Paramètre de simulation

IV.8 implémentations



```
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
le noeud 28 a l'energie=20
le noeud 5 a l'energie=20
le noeud 9 a l'energie=20
le noeud 20 a l'energie=20
le noeud 12 a l'energie=17
le noeud 29 a l'energie=17
le noeud 3 a l'energie=17
le noeud 26 a l'energie=17
le noeud 19 a l'energie=17
le noeud 19 a l'energie=20
le noeud 26 a l'energie=20
le noeud 29 a l'energie=20
le noeud 18 a l'energie=20
le noeud 12 a l'energie=20
le noeud 22 a l'energie=20
le noeud 18 a l'energie=17
le noeud 29 a l'energie=17
le noeud 26 a l'energie=17
le noeud 3 a l'energie=17
le noeud 19 a l'energie=17
le noeud 23 a l'energie=17
le noeud 1 a l'energie=20
le noeud 2 a l'energie=20
le noeud 23 a l'energie=20
le noeud 12 a l'energie=5
le noeud 18 a l'energie=5
le noeud 26 a l'energie=5
le noeud 3 a l'energie=5
le noeud 19 a l'energie=5
le noeud 23 a l'energie=5
le noeud 26 a l'energie=5
le noeud 29 a l'energie=5
le noeud 12 a l'energie=5
le noeud 1 a l'energie=5
le noeud 2 a l'energie=5
le noeud 0 a l'energie=5
le noeud 19 a l'energie=5
le noeud 9 a l'energie=5
```

Figure IV.1 : résultat de calcul de l'énergie


```
Fichier Edition Affichage Rechercher Terminal Aide
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 5
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 5
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 5
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 5
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
l'nergie des voisin deux saut: 20
l'nergie des voisin deux saut: 17
```

Figure IV.3 : énergie entre les voisins a deux saut

IV.9 La sélection de MPR

Nous allons comparer entre l'OLSR classique et le stable-OLSR par rapport aux nombre des paquets reçu et perdu dans les figures **IV.4**, **IV.5** ci dessous

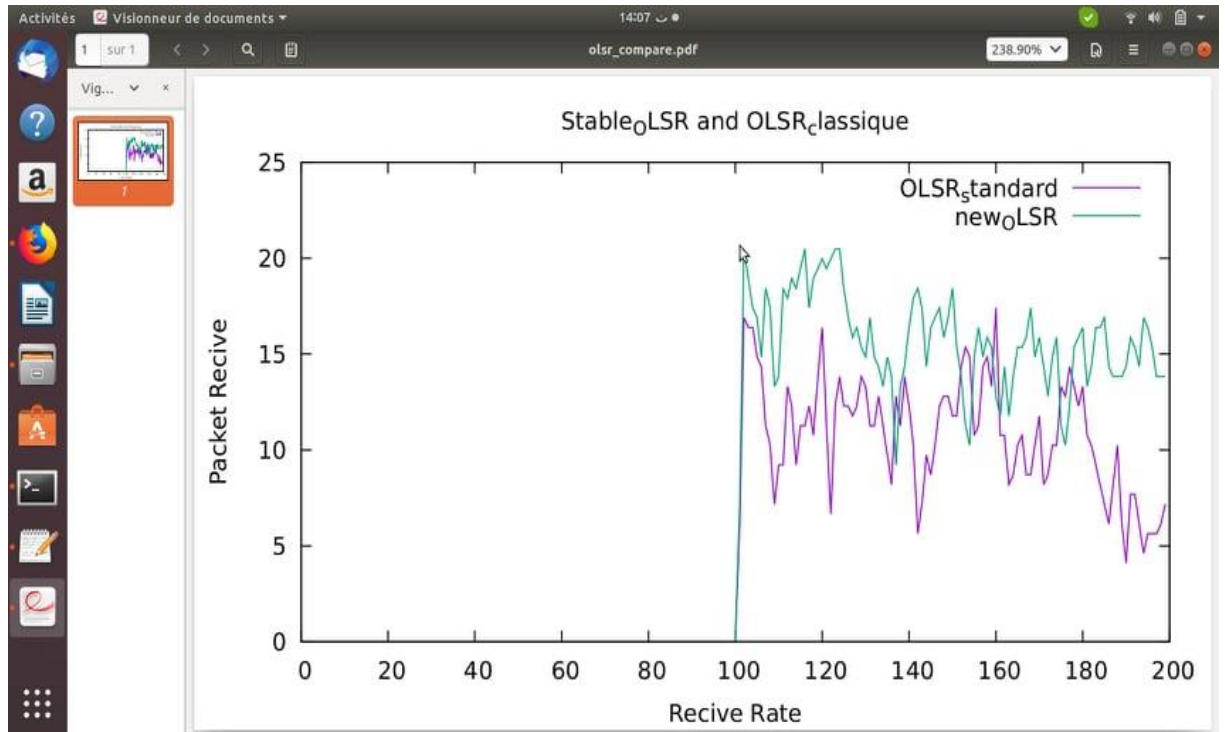


Figure IV.4 : Comparaison entre l'OLSR classique et le stable-OLSR

- **Analyse1 :**

La Figure IV.4 montre que notre protocole minimise la perte de paquet dans le réseau par rapport au protocole OLSR

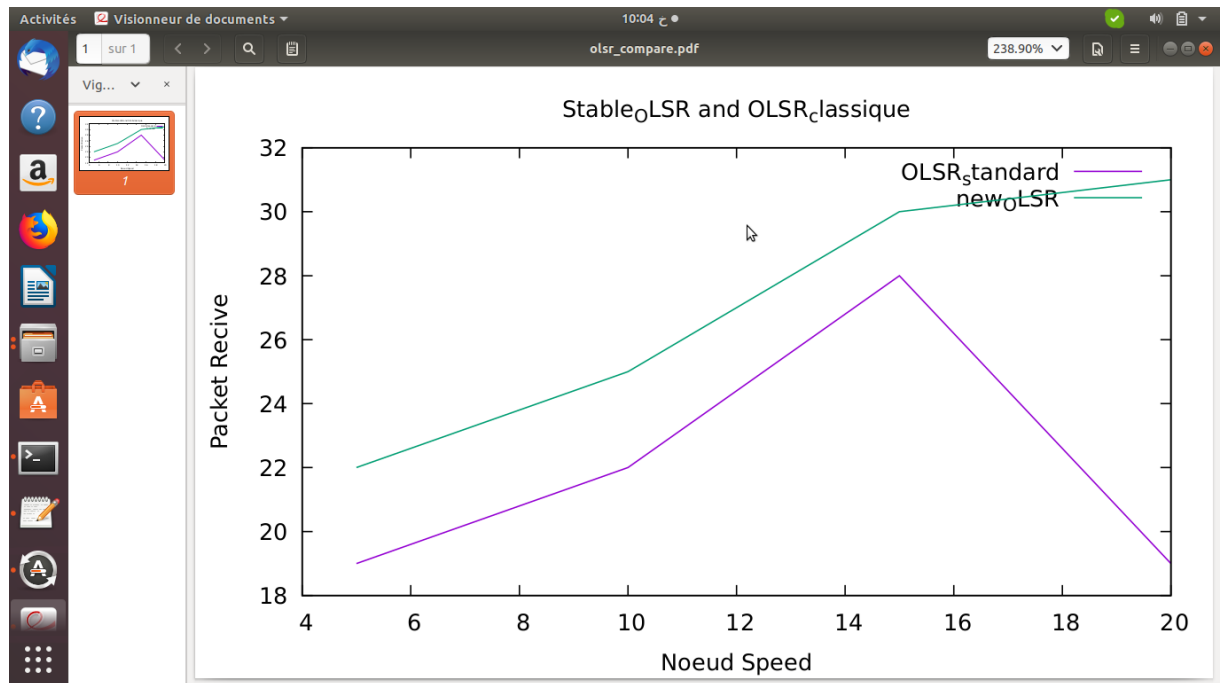


Figure IV.5 : Nombre de paquet reçu par rapport à la vitesse de nœud

•Analyse2 :

Le résultat de simulation entre les deux Protocol standards montre l'efficacité de notre proposition, en comparant les nombres des paquets reçus par rapport aux vitesses des nœuds

Tous ces figure confirme notre métrique pour garanti la qualité de service

IV.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le simulateur NS3 et le langage c ++, puis nous avons présenté le mécanisme de sélectionner des nœuds MPR.

Nous avons confirmé notre métrique par la comparaison entre l'OLSR classique et le Q-OLSR

CONCLUSION GENERAL

Les réseaux Ad Hoc sont des réseaux sans fil, capable de s'organiser sans infrastructure, définie par un ensemble des nœuds mobiles qui se déplacent et communiquent par une transmission sans fil déployés sur une zone géographiquement vaste, afin de collecter et de transmettre des informations d'une façon autonome.

Dans les réseaux Ad Hoc, la communication entre les nœuds est basée sur la possibilité de collecter les données et de les router vers son destination. Mais l'assurance de l'accès à l'information dépend à la stabilité de route et l'acheminement correct de l'information, signifier la qualité de service.

Pour le bon déroulement de notre travail et dans le cadre de garantir la qualité de service des réseaux Ad Hoc, nous avons proposé une nouvelle métrique basé sur la stabilité des liens réaliser par l'inclusion de paramètre de l'énergie à un protocole réactif, et pour ce protocole, nous avons choisi l'OLSR dans le but de construire un nouvel algorithme s'appellera New_OLSR.

BIBIOGRAPHY

- [1] P. Chandra, D.M. Dobkin, A. Bensky, R.Olexa, D.A. Lide, F. Dowla; "Wireless Networking"; UK, Elsevier Inc, 2008.
- [2] Internet Engineering Task Force, Manet Working Group Charter; [http : //www.ietf.org/html.charters/ manet-charter. Html](http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html); work in progress
- [4] I.F. Akyildiz, X. Wang, W. Wang; "Wireless mesh networks : a survey"; Computer Networks, 2005.
- [5] <<[http/le+changement+de+la+topologie+d'un+reseau+Ad+hoc.&sxsrf=ALeKk00JyfE2A9SQDsofvSn36V0wnAa7kQ:1603062182978&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi3gOD_n7_sAhXV3oUKHRKKCRoQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgrc=P8jNMusUHYwFYM](http://le+changement+de+la+topologie+d'un+reseau+Ad+hoc.&sxsrf=ALeKk00JyfE2A9SQDsofvSn36V0wnAa7kQ:1603062182978&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi3gOD_n7_sAhXV3oUKHRKKCRoQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=625#imgrc=P8jNMusUHYwFYM)>>
- [6] Fatima AMEZA <<Les technologies sans fil: Le routage dans les réseaux ad hoc (OLSR et AODV)>> Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en informatique 2007
- [8] RIAHLA, Med AMINE. Conception et mise en œuvre d'un nouveau protocole de routage multi chemin sécurisé pour les réseaux ad hoc basé sur les colonies de fourmis, 95 pages, thèse de magister école doctorale, soutenue le 30/06/2008.
- [9] Dr. N. Badache, D. Djenouri, A. Derhab, T. Lemlouma. « Les protocoles de routage dans les réseaux mobiles Ad Hoc ».
- [10] F. Ducatelle, "Adaptive Routing in Ad Hoc Wireless Multi-hop Networks", Università della Svizzera italiana, 2007.
- [11] M. Dawoud, "Analyse du protocole AODV, DEA d'Informatique", Faculté des sciences Université libanaise, 2005-2006.
- [12] I. Chlamtac, M. Conti, and J. Liu. "Mobile ad hoc networking: imperatives and challenges". Ad Hoc Networks, pp13–64, 2003.
- [13] D. Bertsekas and R. Gallager. "Data Networks". Prentice Hall Inc, pp297-333, 1992

- [14] C. Perkins and P. Bhagwat, "Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers," In Proceedings of ACM SIGCOMM Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications, 1994, pp. 234–244
- [15] T.LEMLOUMA. "Le Routage dans les Réseaux Mobiles Ad Hoc", Université Houari Boumediene, Institut d'Informatique, Mini projet, Sep2000.
- [16] C. Perkins, E. Royer, S. Das, "Ad hoc on demand distance Vector routing", IETF, Internet Draft, March 2000.
- [18] David B. Johnson, David A. Maltz, Yih-Chun Hu, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)", Internet Draft : <draft-ietf-manetdsr-10.txt>, 19 July 2004.
- [19]M.Adel S.Allal,"Exp'érimentation des r'eseaux sans ?l",2007.
- [20]Alban Hounton<<Etudes des performances des réseaux 4G>>UATM GASA FORMATION - Licence Professionnelle 2015
- [21]Falonne NDAY<<Mise au point d'une stratégie de qualité de service dans inter réseau via le protocole BGP. Cas de Microcom et Afrinet>> Diplôme d'ingénieur en sciences informatiques 2013
- [22]http://www.journaldunet.com/solutions/0402/040211_qualite_de_service.shtml
- [23]Denis TSHIMANGA<<Etude d'implémentation d'une solution VOIP>>Institut supérieur de techniques appliquées de Kinshasa - Ingénieur en génie électrique option informatique appliquée 2012
- [24]http://igm.univmlv.fr/~dr/XPOSE2007/mdouis_LaQualiteDeServiceDansLesReseauxAdHoc/qos_routing.html
- [25]G.Fleury, P.Lacomme, and A.Tanguy. Simulation à événements discrets, chapitre1, page pp.66.2006.
- [26]F. Ducatelle,"Adaptive Routing in Ad Hoc Wireless Multi-hop Networks», Université `a della Svizzera italiana, 2007

[28]BOUABDALLAH Imane Karima et. BOUDERBANE Yasmina<<Étude de la norme 802.11v dans les réseaux WLAN mobile sous l'environnement de simulation NS-3>>UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN

[29]DELLA KRACHAI Mohamed<<Programmation en C++>>Université des sciences et de la technologie d'Oran Mohammed Boudiaf