

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERY de TIZI-OUZOU

Faculté du Génie Electrique et d'Informatique  
Département d'Informatique

# Mémoire

*Présenté pour obtenir le titre d'ingénieur d'état*

**Spécialité : INFORMATIQUE**

**Option : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE**

**Thème**

---

---

## Routage avec Qualité de Service dans AODV

---

---

*Présenté par*

**Houari MAOUCHI**

**Encadreurs :**

<b>Mme</b>	<b>Nadia NOUALI</b>	Maitre de recherche	CERIST
<b>Mr</b>	<b>Nadir BOUCHAMA</b>	Attaché de recherche	CERIST

**Année 2008 -2009**

*In the Name of Allah, the Benificent, the Merciful*

*My prayer and my sacrifice and my life and my death  
are surely for Allah, the Lord of the worlds*

*Le Saint Coran*

## *DÉDICACES*

*A ma chère mère pour ses sacrifices depuis qu'elle  
m'a mis au monde,  
A la mémoire de mon père,  
A ma tante Zhira, ma deuxième mère,  
A mes frères et mes sœurs,  
A mon cousin et mon ami Zoubir et son frère Merzak,  
A toute ma grande famille,  
A tous mes amis dont la liste est longue,  
Enfin à tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment,  
J'exprime mes sentiments les plus profonds  
Et leur dédie ce modeste travail.*

## REMERCIEMENTS

*En premier lieu, je remercie le Bon Dieu de m'avoir donné la force et le courage pour accomplir ce travail et qui m'a procuré ce succès.*

*Mes très vifs remerciements vont à l'encontre de mes encadreurs M<sup>me</sup> Nadia NOUALI et Mr. Nadir BOUCHAMA, pour avoir accepté de m'encadrer et de m'orienter tout au long de ce travail, je les remercie une deuxième fois pour leur patience, leur sympathie et leurs conseils.*

*Je remercie vivement tous les enseignants de département d'Informatique de l'université Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU pour tous les efforts qu'ils ont fournis toute au long de cette formation.*

*Je remercie également les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail.*

*Que toute personne qui, d'une manière ou d'une autre, m'a aidé et encouragé à l'aboutissement de ce travail, trouve ici l'expression de mes sincères reconnaissances.*

# Table des matières

Table des Matières .....	v
Table des Figures .....	viii
Liste des tableaux .....	x
Introduction Générale .....	01

## Chapitre I : Généralités sur les réseaux sans fil

1 introduction.....	04
2 Les réseaux sans fil .....	04
2.1 Historique .....	04
2.2 Définition.....	05
2.3 Caractéristiques .....	05
2.4 Classification des réseaux sans fil .....	05
2.4.1 Selon la zone de couverture.....	05
2.4.2 Selon le mode de fonctionnement .....	06
2.4.3 Selon la topologie du réseau.....	08
3 Présentation de la norme 802.11.....	09
3.1 Le modèle de référence OSI .....	09
3.2 Les réseaux sans fil et le modèle OSI .....	11
3.3 Le standard 802.11.....	11
3.3.1 Couche physique .....	11
3.3.2 la couche liaison de données .....	12
3.3.2.1 la sous-couche LLC ( <i>Logical Link Control</i> ) .....	12
3.3.2.2 la sous-couche MAC ( <i>Medium Access Control</i> ) ..	12
3.4 Les différentes dérivées de la norme 802.11 .....	16
4 Les réseaux mobiles ad hoc .....	17
4.1 Définition.....	17
4.2 Modélisation.....	17
4.3 Domaines d'application des réseaux ad hoc.....	18
4.4 Les caractéristiques des réseaux ad hoc .....	18
Conclusion .....	19

## Chapitre II : Routage dans les réseaux mobiles ad hoc

1 Introduction .....	21
2 Définitions.....	21
3 Problématique du routage dans les réseaux mobile ad hoc .....	22
4 Taxonomie des protocoles de routage dans les MANETs .....	22
4.1 Selon l'architecture.....	23
4.1.1 Les protocoles de routage plats (ou uniformes) .....	23
4.1.2 Les protocoles de routage hiérarchiques (ou non uniformes).....	24
4.2 Selon l'algorithme utilisé .....	25
4.3 Les catégories de protocoles de routage MANET.....	25
4.3.1 les protocoles proactifs.....	25
4.3.2 Les protocoles réactifs.....	26
4.3.3 Les protocoles hybrides .....	26

5	Description de quelques protocoles MANETs .....	26
5.1	OLSR.....	27
5.2	TBRTF .....	27
5.3	DSR.....	27
6	Etude détaillée du protocole AODV .....	28
6.1	Table de routage et paquets de contrôle .....	28
6.2	Numéro de séquence .....	30
6.3	Principe de fonctionnement .....	31
6.3.1	Découverte d'une route.....	31
6.3.2	Maintenance des routes.....	32
6.3.3	Gestion de la connectivité locale.....	33
6.4	AODV : Avantages et inconvénients .....	33
7	Autres protocoles.....	34
	Conclusion.....	34

### Chapitre III : Qualité de service dans les réseaux mobiles ad hoc

1	Introduction.....	36
2	Définition de la Qualité de service.....	36
3	Les métriques de la qualité de service .....	36
3.1	La bande passante.....	37
3.2	Délai de bout en bout.....	37
3.3	La gigue : (variation du délai) .....	37
3.4	La perte de paquets.....	37
4	Les besoins d'applications de la QoS.....	38
5	Exemple de besoins de QoS : la voix sur IP (VoIP).....	38
5.1	Les paramètres de la voix sur IP.....	38
5.1.1	Les différents échantillonnages.....	39
5.1.2	Le délai de bout en bout.....	39
5.1.3	La gigue.....	39
5.1.4	La perte de paquets.....	40
6	La QoS dans Les réseaux mobiles ad hoc .....	40
7	Solutions de QoS dans les MANETs .....	41
7.1	Modèles de qualité de service .....	41
7.2	Solutions au niveau de la couche MAC .....	42
7.2.1	Différenciation de services pour 802.11 .....	42
7.2.2	MACA/PR ( <i>Multihop Access Collision Avoidance with Piggyback Reservation</i> ).....	42
7.2.3	IEEE 802.11e.....	42
7.3	Protocoles de signalisation.....	43
7.4	Routage avec QoS.....	43
7.4.1	Objectifs du routage avec QoS.....	44
7.4.2	Difficulté de routage avec QoS dans les MANETs .....	44
7.5	Protocole de routage avec QoS .....	44
	Conclusion.....	45

### Chapitre IV : Conception

1	Introduction .....	47
2	le routage AODV avec QoS.....	47
2.1	Estimation du délai dans les MANETs.....	48
2.2	Estimation du délai à 1 saut radio.....	48
2.2.1	Détermination du délai dans la file d'attente.....	48

2.2.2 Détermination du délai de propagation.....	50
2.3 Détermination du délai multi sauts.....	52
3 Intégration dans AODV.....	52
3.1 Extension de la RREQ .....	52
3.2 Extension des messages HELLO.....	53
3.3 Mécanisme de routage AODV avec QoS.....	53
3.3.1 Découverte des routes.....	53
3.3.2 Maintenance des routes.....	54
3.4 Limitations .....	55
4 Diagramme de séquence.....	57
5 Diagramme de classes.....	57
Conclusion .....	59

## Chapitre V : Implémentation

1 Introduction .....	61
2 Présentation d'AODV sous NS-2.....	61
3 Présentation du protocole mac-802_11 sous NS-2 .....	62
4 Structure des nœuds AODV et AODV-D sous NS-2 .....	62
5 Implémentation d'AODV-D sous NS-2.....	63
5.1 Estimation du délai au niveau de la couche MAC.....	64
5.1.1 Estimation de la bande passante libre sur un nœud.....	64
5.1.2 Récupération du paramètre $\lambda$ .....	66
5.1.3 Le délai dans la file d'attente $R$ .....	67
5.1.4 Estimation du délai de propagation ;;;.....	67
5.1.5 Le délai à un saut ... ;;.....	69
6 Les modifications au niveau de la couche réseau.....	69
6.1 Le format du paquet RREQ dans AODV-D .....	69
6.2 Le format du paquet RREP dans AODV-D.....	70
6.3 Contrôle d'admission .....	70
6.4 La probabilité de collision .....	72
7 Les exigences de QoS.....	73
Conclusion.....	74

## Chapitre VI : Simulation et discussion des résultats

1 Introduction.....	76
2 Intérêt et nécessité de la simulation.....	76
3 Modèle de simulation.....	76
3.1 Modèle de trafic.....	77
4 Métriques de simulation mesurées.....	78
5 Scénario de simulation.....	78
6 Simulation et discussion .....	79
6.1 Délai de bout en bout.....	79
6.2 La variation de délai (la gigue) .....	80
6.3 La perte de paquets.....	81
Conclusion.....	82
Conclusion générale et perspectives.....	83
Bibliographie .....	85
Annexes.....	91