

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
(USTHB)
Faculté d'Electronique et d'Informatique



Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat
En Informatique

Thème :
**Conception et Implémentation de
Protocoles de Routage avec QoS pour
les MANETS**

Présenté par :

Mr. Mohamed BAALIOUAMER
Mr. Mourad BOSLI

Proposé par:

Mr. Nadir BOUCHAMA
Mr. Saïd YAHIAOUI

Soutenu le : 18/10/2009

Devant le Jury composé de :

Président : Mme. N. HADDOUCHE

Membres: Mr. F. BOUYACOUB

Binôme n° : 145/2008

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé au Centre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique (CERIST), sous la direction de Messieurs Nadir BOUCHAMA et Saïd YAHIAOUI, Chercheurs du Centre.

Qu'il nous soit permis de les remercier très sincèrement et de leur exprimer notre profonde gratitude pour leur aide précieuse., leurs conseils éclairés et leurs encouragements qu'ils nous ont sans cesse prodigués.

Nous tenons à remercier également Mme N. HADDOUCHE et Mr F. BOUYACOUB Enseignants- Chercheurs à la Faculté d'Electronique et d'Informatique à l'USTHB pour le Grand Honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce travail.

Nous dédions ce travail à nos familles, à nos enseignants et à tous nos amis.

Table des Matières

Chapitre I : Généralités sur les Réseaux sans Fil

1.1	Introduction	1
1.2	Différentes technologies d'accès des réseaux sans fil	1
1.2.1	Réseaux nécessitant une infrastructure	1
1.2.1.1	Réseaux cellulaires.....	1
1.2.1.2	HomeRF	1
1.2.1.3	La norme IEEE 802.16 WiMAX	1
1.2.1.4	La norme IEEE 802.11	2
1.2.2	Réseaux ne nécessitant pas d'infrastructure.....	2
1.2.2.1	Hiperlan	2
1.2.2.2	La norme IEEE 802.15.4	2
1.2.2.3	Infrarouge.....	2
1.2.2.4	La norme IEEE 802.15 (Bluetooth)	2
1.3	Réseaux Mobiles Ad hoc (MANET).....	3
1.3.1	Définition.....	3
1.3.2	Domaines d'application des réseaux ad hoc	4
1.3.3	Contraintes spécifiques aux réseaux ad hoc	4
1.3.4	Modélisation et notations	5
1.4	Autres types de réseaux ad hoc.....	6
1.4.1	Réseaux sans fil Mesh	6
1.4.2	Réseaux de capteurs	6
1.5	La norme <i>IEEE 802.11</i>	6
1.5.1	Définition de la norme IEEE 802.11.....	6
1.5.2	Différentes dérivées de la norme 802.11	8
1.5.3	Caractéristiques physiques de la norme 802.11.....	9
1.5.3.1	Couche physique	9
a.	Infrarouge (IR)	9
b.	OFDM.....	10
c.	DSSS.....	10
d.	FHSS.....	11

1.5.3.2 Couche liaison de données.....	12
a) La sous-couche LLC (spécification IEEE 802.2)	12
b) La sous-couche MAC (Medium Access Control)	13
b-1) Description du mode DCF	13
b-2) Description du mode PCF	15
1.5.4 Particularités de la norme 802.11 dans un contexte ad hoc.....	16
1.5.4.1 Le problème des nœuds cachés	17
a) Le mécanisme RTS/CTS	17
1.5.4.2 Le problème des nœuds exposés	20
1.5.4.3 Le problème de la zone grise	20
1.5.4.4 Partage du canal entre des flux à vitesses différentes	21
1.6. Conclusion	21

Chapitre II : Les Protocoles de Routage dans les Réseaux Ad hoc

2.1 Introduction	23
2.2 Classification des protocoles de routage	24
2.2.1 Routage hiérarchique ou plat.....	24
2.2.1.1 Les protocoles de routage « à plat »	24
2.2.1.2 Les protocoles de routage hiérarchiques	24
2.2.2 Algorithme	25
2.2.2.1 Les protocoles à état de lien	25
2.2.2.2 Les protocoles à vecteur de distance	25
2.2.2.3 Routage par la source	26
2.2.3 Catégories	26
2.2.3.1 Les protocoles réactifs.....	26
2.2.3.2 Les protocoles proactifs	26
2.2.3.3 Les protocoles hybrides	27
2.3 Quelques exemples de protocoles de routage.....	27
2.3.1 AODV (<i>Ad hoc on demand Distance Vector</i>).....	27
2.3.2 DSR (<i>Dynamic Source Routing</i>).....	31
2.3.2.1 Procédures DSR	31
a) Découverte de routes	31
b) Maintenance de routes	32

2.3.2.2 Optimisations	33
2.3.3 OLSR (<i>Optimized Link State Routing Protocol</i>).....	33
2.3.3.1 Fonctionnement d'OLSR.....	34
a) Détection de voisinage	34
a-1) Base d'information du voisinage	36
a-2) Relais multi-points	37
a-3) Sélection des relais multi-points	38
b) Gestion de la topologie	38
b-1) Base d'information topologique	39
b-2) Déclaration des interfaces multiples	39
b-3) Gestion des sous réseaux	40
b-4) Table de routage	40
2.4 Aperçu de quelques autres protocoles	43
2.4.1 TRPF (<i>Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding</i>).....	43
2.4.2 ZRP (<i>Zone Routing Protocol</i>)	43
2.4.3 TORA (<i>Temporally Ordered Routing Algorithm</i>)	44
2.5 Conclusion	45

Chapitre III : La qualité de service (QoS) dans les MANET

3.1 Introduction.....	47
3.2 Définition de la Qualité de service (QoS)	47
3.3 Métriques de la QoS.....	47
3.4 Difficulté d'intégrer la Qualité de Service aux réseaux Ad hoc.....	48
3.5 Différents aspects de la QoS dans les MANET	49
3.5.1 Modèles de qualité de service	50
3.5.2 Solutions au niveau de la couche MAC	50
3.5.2.1 MACA / PR	50
3.5.2.2 Différenciation de service basée sur la fonction DCF du protocole 802.11	51
3.5.3 Protocoles de signalisation.....	51
3.5.3.1 Exemple de protocoles de signalisation pour les réseaux ad hoc	52
3.5.4 Routage avec Qualité de service (QoS)	52
3.5.4.1 Principe	52
3.5.4.2 Problèmes d'estimation des ressources.....	53

a) Problématiques d'estimation et de réservation de la bande passante	53
3.6 Type de protocoles de routage avec QoS	53
3.6.1 Les protocoles dits « <i>QoS Aware</i> »	53
3.6.1.1 CEDAR.....	53
3.6.1.2 TBR	53
3.6.2 Les protocoles dit « <i>QoS Ready</i> »	54
3.6.2.1 La Qualité de Service (QoS) dans AODV	54
a) La première solution	54
a-1) Découverte des routes du protocole AODV avec QoS	54
a-2) Maintenance des routes du protocole AODV avec QoS	55
a-3) Estimation et réservation de la bande passante	55
a-4) Limitations	57
a-5) Identification des brouilleurs potentiels.....	57
a-6) Dépassement de la capacité du médium et contrôle de congestion	58
b) La deuxième solution	58
b-1) Aperçu sur la qualité de service.....	59
b-2) Format du QoS OBJECT.....	60
b-3) Les extensions	60
b-3-1) Extensions de la table de routage	61
b-3-2) Format de l'Extension QoS OBJECT	61
b-3-3) Format de l'extension de valeur accumulée.....	61
b-3-4) L'extension d'authentification du QoS OBJECT	62
b-4) Capacité de lien.....	62
b-5) Délai	63
b-6) Messages ICMP QOS_LOST	63
c) La troisième solution	64
c-1) Méthodes d'estimation et de réservation de la bande passante	64
c-1-1) Méthode 1	64
a) Calcul de la bande passante	65
b) Intégration à AODV.....	65
c) Trafic supplémentaire crée par les messages HELLO	66
c-1-2) Méthode 2.....	66
a) Détails de la Méthode	67
c-1-3) Méthode 3.....	69

c-2) Contrôle d'admission.....	70
c-2-1) Méthode 1.....	70
c-2-2) Méthode 2	71
a) Le mode écoute et le mode Hello.....	72
b) La bande passante réellement disponible	73
c-3) Principe général de QAODV	74
3.6.2.2 La qualité de service (QoS) dans OLSR.....	75
a) OLSR : <i>QoS implicite</i>	75
b) Le protocole de routage QOLSR	76
b-1) Solution 1.....	77
b-1-1) Mesure de la métrique « <i>bande passante</i> »	77
b-1-2) Le calcul des relais multi points	78
b-1-3) Le calcul de la table de routage	78
b-1-4) Le contrôle d'admissions	79
b-2) Solution 2	79
b-2-1) Changement des critères pour la sélection des MPR.....	80
b-2-2) Le calcul de la table de routage	82
b-3) Solution 3.....	82
b-3-1) Calcul de la métrique du délai	82
b-3-2) Calcul de la table de routage	83
3.7 Conclusion.....	84

Chapitre IV : Conception

4.1 Introduction	85
4.2 Problématique	85
4.3 Objectifs.....	86
4.4 Extension d'AODV pour la QoS.....	86
4.4.1 Structure d'un nœud avec QAODV.....	86
4.4.2 Briques de base pour la QoS	87
4.4.2.1 Estimation de la bande passante.....	87
4.4.2.2 Contrôle d'admission	89
4.4.2.3 L'agent de routage QAODV.....	90
a) Le diagramme d'état transition.....	95
b) Le diagramme de classe	97

4.4.2.4 Exigences en bande passante	100
4.5 Extension d'OLSR pour la QoS.....	100
4.5.1 Structure d'un nœud QOLSR.....	100
4.5.2 Briques de base pour la QoS.....	100
4.5.2.1 Estimation de la bande passante	100
4.5.2.2 L'agent de routage QOLSR.....	100
a) Le diagramme d'états transitions.....	101
b) Le diagramme de classe.....	103
4.6 Conclusion	105

Chapitre V : Implémentation

5.1 Introduction.....	106
5.2 Outils et langages de programmation.....	106
5.3 Implémentation de QAODV sous NS-2.....	107
5.3.1 Estimation de la bande passante	107
5.3.2 Mécanisme de contrôle d'admission (AAC)	108
5.3.3 Implémentation du routage avec QoS.....	110
5.3.4 L'exigence en bande passante.....	114
5.4. Implémentation de <i>QOLSR</i> sous NS-2	115
5.4.1 Estimation de la bande passante	115
5.4.2 Implémentation du routage avec <i>QoS</i>	116
5.4.2.1 Sélection des MPR.....	116
5.4.2.2 Calcul de la table de routage	118
5.5 Comparaison qualitative.....	120
5.6 Conclusion	122

Conclusion Générale