

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique**

**Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene**

**(U.S.T.H.B)**

**BAB EZZOUAR, Alger**



## **Mémoire de Magister**

**En informatique**

**Option : informatique mobile (IM)**

### **Thème**

## **Un nouveau protocole de transport pour les réseaux maillés sans fil**

**Réalisé par :**

**Mr. Mohamed Amine KAFI**

**Membres de jury :**

**Mr MAHMED NACER, professeur, USTHB.**

**Mme N.NOUALI, Maître de recherche, CERIST.**

**Mme S.MOUSSAOUI, Maître de conférences, USTHB.**

**Mr D.TANDJAOUI, Maître de recherche, CERIST.**

**Président**

**Examinatrice**

**Examinatrice**

**Directeur de thèse**

**Promotion: 2005/2006**

# Résumé

Les réseaux maillés sans fils (WMNs) consistent en un nombre de routeurs sans fils stationnaires interconnectés par des liens sans fils.

Actuellement, il n'y a aucun protocole de transport proposé spécifiquement pour les réseaux WMNs. Cependant, un grand nombre de protocoles de transports sont disponibles pour les réseaux ad-hoc. L'étude de ces protocoles aide dans la conception des protocoles de transports pour les WMNs.

Les protocoles de transport fiable de données peuvent être classés en deux types: variantes de TCP et nouveaux protocoles de transport. Les variantes de TCP semblent les plus adaptés vue l'interopérabilité avec l'existant.

Notre approche est d'adapter TCP en un protocole qu'on a appelé MTCP (Mesh TCP), dans lequel on a recensé quelques problèmes et trouver leurs solutions pour améliorer TCP dans les réseaux WMNs.

Notre protocole MTCP est une couche intermédiaire entre la couche réseau et la couche de transport. Cette couche différencie entre les pertes causées par la congestion, pour les quelles elle laisse le comportement standard de TCP, et les pertes causées par l'environnement sans fils, pour les quelles la retransmission des paquets (en cas de pertes) ou l'arrêt momentané des transmissions (en cas de partitionnement du réseau) sera adéquat. En plus, elle permet la prise en charge des effets de changements de routes lors de l'utilisation des protocoles de routage avec qualité de service.

Les résultats de simulations appuient notre approche et montrent que les performances de MTCP sont meilleures comparées à celles de TCP standard et des versions de TCP adaptées aux réseaux Ad-Hoc.

# Sommaire

INTRODUCTION .....	1
<b>chapitre 1: les réseaux maillés sans fils</b>	
<b>1.1 ARCHITECTURE DES RESEAUX MAILLES (WIRELESS MESH NETWORKS WMNS).....</b>	<b>4</b>
1.1.1 L'INFRASTRUCTURE DES WMN .....	5
1.1.2 LES CLIENTS WMN .....	6
1.1.3 L'ARCHITECTURE HYBRIDE WMN .....	6
<b>1.2 LES CARACTERISTIQUES D'UN RESEAU MESH .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 LES DIFFERENCES ENTRE LES WMNS ET LES RESEAUX AD-HOC .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 QUELQUES DOMAINES D'APPLICATIONS .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5 FACTEURS CRITIQUES INFLUENÇANT LES PERFORMANCES DES WMNS.....</b>	<b>13</b>
<b>1.6 LES TRAVAUX DE LA COUCHE APPLICATION .....</b>	<b>15</b>
1.6.1 LES APPLICATIONS SUPPORTEES PAR LES WMNS .....	15
1.6.2 LES AXES DE RECHERCHE .....	16
<b>1.7 LES TRAVAUX DE STANDARDISATION DES RESEAUX MAILLES .....</b>	<b>17</b>
1.7.1 LES STANDARDS DES RESEAUX MAN MAILLES .....	17
1.7.2 LES STANDARDS DES RESEAUX LAN MAILLES .....	19
1.7.2.1 IEEE 802.11s : Vue générale.....	19
1.7.2.2 Architecture proposée pour le réseau IEEE802.11s.....	20
1.7.2.3 Configuration et gestion du maillage.....	20
1.7.3 LES STANDARDS DES PAN (PERSONAL AREA NETWORKS) MAILLES .....	21
1.7.3.1 IEEE 802.15.5 .....	21
1.7.3.2 ZIGBEE .....	22
<b>1.8 CONCLUSION.....</b>	<b>24</b>
<b>Chapitre 2: Le protocole TCP</b>	
<b>2.1 CARACTERISTIQUES DU PROTOCOLE TCP .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2 FONCTIONNEMENT DE TCP .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3 DIFFERENTES VERSIONS DE TCP .....</b>	<b>33</b>
2.3.1 TCP TAHOE .....	33
2.3.2 TCP RENO .....	33
2.3.3 TCP NEW RENO .....	34
<b>2.4 CONTROLE DE CONGESTION .....</b>	<b>34</b>
2.4.1 VARIABLES D'ETATS ASSOCIEES AU CONTROLE DE CONGESTION .....	35
2.4.2 MODE DE DEMARRAGE LENT (SLOW START) .....	35
2.4.3 MODE D'EVITEMENT DE CONGESTION (CONGESTION AVOIDANCE).....	36
2.4.4 RETRANSMISSION RAPIDE « FAST RETRANSMIT » .....	36
2.4.5 RECOUVREMENT RAPIDE « FAST RECOVERY » .....	36
<b>2.5 CALCUL DU HORS TEMPS DE RETRANSMISSION (RTO).....</b>	<b>37</b>
<b>2.6 LES OPTIONS DE TCP .....</b>	<b>38</b>
<b>2.7 EXPLICIT CONGESTION NOTIFICATION (ECN).....</b>	<b>41</b>
2.7.1 RANDOM EARLY DETECTION (RED) .....	41
2.7.2 AVIS EXPLICITE DE CONGESTION DANS IP .....	41
2.7.3 SUPPORT POUR LE PROTOCOLE DE TRANSPORT.....	43
2.7.4 SOMMAIRE DES CHANGEMENTS REQUIS DANS IP ET TCP .....	45
<b>2.8 L'ASYMETRIE DES RESEAUX ET TCP .....</b>	<b>46</b>

2.8.1 CLASSIFICATION D'ASYMETRIE .....	46
2.8.1.1 Asymétrie de largeur de bande .....	46
2.8.1.2 Asymétrie du media d'accès.....	47
2.8.2 SOLUTIONS .....	47
2.8.2.1 Gestion de la bande du lien montant.....	47
2.8.2.2 Gestion des acquittements peu fréquents.....	49
<b>2.9 CONCLUSION.....</b>	<b>50</b>
<b>CHAPITRE3: TCP DANS LES ENVIRONNEMENTS SANS FILS</b>	
<b>3.1 EFFETS DES RESEAUX AD-HOC SUR TCP.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2 TCP-F: UNE APPROCHE BASEE FEEDBACK.....</b>	<b>53</b>
<b>3.3 LE PROTOCOLE ATP ( AD-HOC TRANSPORT PROTOCOL).....</b>	<b>55</b>
3.3.1 LES PROBLEMES DE TCP DANS LES RESEAUX AD-HOC .....	55
3.3.2 LA CONCEPTION D'ATP .....	56
3.3.2.1 Coordination de la couche.....	56
3.3.2.2 Les transmissions basées sur les taux .....	57
3.3.2.3 Découplage de contrôle de congestion et de la fiabilité .....	57
3.3.2.4 Contrôle assisté de congestion.....	57
3.3.2.5 Interopérabilité et équité de TCP.....	58
3.3.2.6 Emetteur ATP.....	58
<b>3.4 LE PROTOCOLE ATCP.....</b>	<b>59</b>
3.4.1 L'APPROCHE D'ATCP .....	59
3.4.2 CONCEPTION D'ATCP .....	60
3.4.3 FONCTIONNEMENT DE LA COUCHE ATCP .....	60
<b>3.5 LE PROTOCOLE ATL .....</b>	<b>62</b>
3.5.1 ARCHITECTURES SANS FIL HETEROGENES .....	63
3.5.2 DEMANDES HETEROGENES DE SERVICES .....	63
3.5.3 LA COUCHE ATL .....	64
<b>3.6 CONCLUSION.....</b>	<b>65</b>
<b>CHAPITRE 4: LE PROTOCOLE MTCP</b>	
<b>4.1 LE PROTOCOLE MTCP .....</b>	<b>68</b>
<b>4.2 CONCEPTION DE MTCP .....</b>	<b>69</b>
<b>4.3 FONCTIONNEMENT DE LA COUCHE MTCP .....</b>	<b>71</b>
<b>4.4 LA METHODE DE TCP-RC.....</b>	<b>74</b>
<b>4.5 L'UTILISATION DES ACQUITTEMENTS SELECTIFS.....</b>	<b>76</b>
<b>4.6 LES ALGORITHMES DE MTCP .....</b>	<b>76</b>
<b>CHAPITRE 5: EVALUATION DES PERFORMANCES</b>	
<b>4.7 CONCLUSION.....</b>	<b>79</b>
<b>5.1 CAS DE PERTES.....</b>	<b>81</b>
<b>5.2 CAS DE CONGESTION.....</b>	<b>82</b>
<b>5.3 CAS DE PARTITIONS.....</b>	<b>83</b>
<b>5.4 DESORDRE DES PAQUETS.....</b>	<b>84</b>
<b>5.5 CAS DE CHANGEMENT DE ROUTE POUR LA QOS.....</b>	<b>85</b>
<b>5.6 METTRE LES CAS ENSEMBLES.....</b>	<b>86</b>
<b>Conclusion et Perspectives.....</b>	<b>88</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>89</b>