

Etude comparative entre les protocoles de routage de la QoS dans les réseaux Ad hoc

^{1,2}SEDDIKI Nouredine d & ¹FEHAM Mohammed

¹Laboratoire STIC, Faculté des sciences de l'Ingénieur,
Université de Tlemcen, Algérie

²Faculté des sciences et technologies,
Université de Béchar, Algérie ;

Etud_mag_2005@yahoo.fr, m_feham@mail.univ-tlemcen.dz

Résumé

Ce papier propose une étude comparative de cinq protocoles de routage avec QoS pour des réseaux Ad Hoc. Nous revenons d'abord brièvement sur le principe de fonctionnement de ces protocoles pour voir dans quelles mesures ils répondent à la problématique de la QoS dans les réseaux Ad Hoc. Puis vient une étape de comparaison qui nous permet de dégager les principales caractéristiques de ces protocoles. L'analyse de cette étape conduit à un bilan des forces et faiblesses et nous permet de déterminer dans quelles situations chaque protocole est le plus adapté.

Mots clé: QoS, CEDAR, MANET, QOLSR, TBP, DSDV, BRUIT

Comparative study between the routing protocols for QoS in Ad Hoc networks

Abstract

This paper offers a comparative study of five protocols with QoS routing for Ad Hoc networks. We return briefly on the operating principle of these protocols to see how they respond to the problem of QoS in Ad Hoc networks. Then comes a stage of comparison that allows us to identify the main features of these protocols. The analysis of this step leads to an assessment of strengths and weaknesses and allows us to determine in what situations each protocol is best.

Keywords : QoS, CEDAR, MANET, QOLSR, TBP, DSDV, BRUIT

BRuiT : Bandwidth Reservation under InTerferences influence.

CEDAR : Core Extraction Distributed Ad hoc Routing.

CSMA/ CA : Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance.

DSDV (DSDV+) : Proactif – vecteur de distance.

MAC : Media Access Control.

MANET : Mobile Ad Hoc Network.

MPR : Multi-point relayas.

TBP : Ticket Based Probing.

TC : Topology Control.

TDMA : Time Division Multiple Access.

QoS : La Qualité de Service.

QOSLR : QoS in ad hoc networks using OLSR.

1. Définition :

Un réseau est dit sans fil [1], lorsque les machines qui le composent ne sont pas reliées entre elles par des câbles, mais utilisent, pour communiquer, le médium radio ou infrarouge. Comme les signaux propagés sur ces média s'atténuent au fur et à mesure qu'ils s'éloignent de leur émetteur, un nœud ne peut pas communiquer avec un autre s'il est situé trop loin de lui. On définit alors l'ensemble des voisins d'un nœud comme étant l'ensemble des nœuds capables de recevoir et de comprendre les signaux émis par celui-ci. Ces voisins sont appelés des voisins directs ou voisins à un saut. On définit de même un voisin à deux sauts comme étant un Voisin à un saut d'un voisin direct, et ainsi de suite.

2. Les réseaux AD HOC :

2.1. Définition :

Le terme « ad hoc » est une locution d'origine latine qui signifie « qui convient au sujet, à la Situation. » On parle donc de réseaux auto-adaptatifs (capables de s'organiser par eux-mêmes). Une Autre lecture de la définition peut signifier une propriété d'universalité de ce moyen de communication, comme si ce procédé pouvait satisfaire tous les besoins en termes de communication entre objets mobiles.

2.2. Caractéristiques principales des réseaux « ad hoc » [2]:

- a- Mobilité
- b- Liaisons sans fil
- c- Une bande passante limitée
- d- Des contraintes d'énergie
- e- Une sécurité physique limitée
- f- L'absence d'infrastructure

2.3. Architecture de réseaux ad hoc :

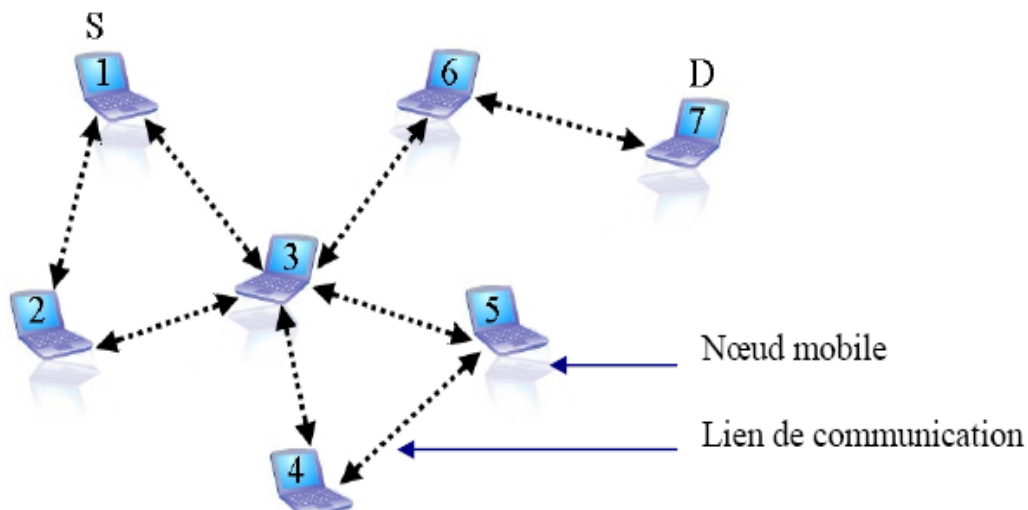


FIG.1- Architecture d'un réseau ad hoc.

3. Le routage

Généralement, le routage est une méthode d'acheminement des informations à la bonne destination à travers un réseau de connexion donné [2]. Ce dernier est réalisé par des types de protocoles, parmi ces types on présente les protocoles proactifs qu'établissent les routes à l'avance en se basant sur l'échange périodique des tables de routage, et les protocoles réactifs cherchent les routes à la demande [1].

4. La qualité de service :

S'il est clair que le routage est nécessaire pour rendre les réseaux ad hoc plus fonctionnels, on peut aussi imaginer d'ajouter d'autres services à la couche réseau. Il peut en effet être souhaitable de faire communiquer deux nœuds entre eux de sorte que le flux de données échangées entre ces nœuds possède certaines propriétés, telles qu'une perte de données bornée (on garantit par exemple que moins de 10% des paquets échangés risquent d'être perdus), un délai entre émission et réception que l'on maîtrise, la bande passante et aussi le Coût, ...etc. [3]

5. Routage avec qualité de service :

Le principe du routage avec qualité de service est de rechercher un chemin entre deux nœuds satisfaisant certaines contraintes. Plusieurs métriques peuvent être utilisées telles que le délai, la bande passante ou encore le coût de transmission. Selon le type de contraintes, la recherche de routes optimales peut devenir un problème NP-complet. Le routage avec qualité de service ajoute en général à des protocoles de routage usuels un contrôle d'admission afin de sélectionner parmi les routes disponibles celles qui satisfont les contraintes du flux. Le principal problème de ce type de protocole est le surcoût engendré [4].

6. Les protocoles de routage :

6.1. Les protocoles proactifs

Un protocole proactif est un protocole qui construit les tables de routage Avant que la demande en soit effectuée. Il identifie en fait à chaque instant la Topologie du réseau.

Parmi ces protocoles on présente les deux exemplaires ; **DSDV+** et **QOSLR**.

➤ Le protocole DSDV+:

❖ Présentation :

C'est un protocole de routage avec **QoS** et réservation de ressources, fondé sur **DSDV** ; Il est basé sur la méthode d'accès au niveau **MAC TDMA** qui permet le calcul de la Bande Passante.

❖ Les points forts et les faiblesses du protocole :

A- Les points forts :

- Réservation ferme de ressources.
- On a une route de secours.

B- Les faiblesses :

- Ne prend en compte qu'une seule métrique.
- Méthode d'accès TDMA.

➤ Le protocole QOSLR:

❖ Présentation :

QOLSR est un protocole de routage proactif basé sur le protocole **OLSR**. Ce dernier propose d'avoir des messages de contrôle réduit et de minimiser l'inondation du trafic de contrôle. Pour réduire cette inondation, on utilise le concept des Relais Multipoints (MPR) [1].

❖ **Les points forts et les faiblesses du protocole :**

A- Les points forts :

- Limitations des inondations.
- Connaissance de la topologie du réseau.
- Prend en compte un grand nombre de métrique.

B- Les faiblesses :

- Overhead importants, Coût de calcul.

6.2. Les protocoles réactifs :

Un protocole réactif est un protocole qui construit une table de routage lorsqu'un nœud en effectue la demande. Il ne connaît pas la topologie du réseau, il détermine le chemin à prendre pour accéder à un nœud du réseau lorsqu'on lui demande [1]. Dans notre étude on présente comme un exemple les trois protocoles réactifs **CEDAR** et **BRuiT** et **TBP**.

➤ **Le protocole CEDAR:**

❖ **Présentation :**

Il [6], repose sur l'élection dynamique par les nœuds d'un cœur de réseau stable approxime un ensemble dominant minimum. Le processus distribue d'élection de ces nœuds est local et dynamique.

❖ **Les points forts et les faiblesses du protocole:**

A- Les points forts :

- Limitations des inondations.
- Communication plus fiable (Unicast).
- Établissement rapide des routes « on-demande ».

B- Les faiblesses :

- Ne prend pas en compte le potentiel total de la topologie, les routes ne sont pas forcément optimales.
- Ne prend en compte qu'une seule métrique.

➤ **Le protocole BRuiT:**

❖ **Présentation :**

[3] Les routes sont construites à la demande, et les tables de routage ne contiennent que les routes actives, et non des routes vers tous les mobiles du réseau, comme c'est le cas avec les protocoles proactifs. Cependant, comme nous l'avons signalé, **BRuiT** intègre également de la qualité de service, en garantissant, sur demande des applications, une communication à un débit donné entre deux nœuds.

❖ **Les points forts et les faiblesses :**

A- Les points forts :

- Réservation ferme de ressources.
- Intègre les possibles interférences pour son évaluation de la bande passante disponible.

B- Les faiblesses :

- Ne prend en compte qu'une seule métrique.
- N'est pas efficace dans tout type d'environnements.
- Durée d'établissement de la route très longue.

➤ **Le protocole TBP:**

❖ **Présentation :**

TBP Compte tenu du coût d'accès au medium élevé dans les réseaux **ad hoc**, la recherche de routes par inondation peut devenir très coûteuse. Le but de **TBP** est de limiter le surcoût des diffusions et de fournir des garanties de qualité de service.

❖ **Les points forts et les faiblesses du protocole :**

A- Les points forts :

- Réserve de ressources.
- Choix multiples de route.
- Prend en compte plusieurs paramètres : BP, délai, coûts.

B- Les faiblesses :

- Problèmes de redondance de route avec l'utilisation des sondes lors de simulations.

7. analyse

Après [5], avoir détaillé les principes de fonctionnement des cinq protocoles il convient de procéder à une étude comparative pour en dégager les grands concepts de la **QoS** dans les réseaux **ad hoc**.

► Le routage avec **QoS** est un élément clé pour réaliser une architecture de **QoS** pour les MANETs. Le meilleur moyen pour garantir de la **QoS** est la réservation de ressources comme le fait le protocole **DSDV+** basé sur la méthode d'accès au niveau MAC, TDMA, qui permet le calcul de la bande passante. Ainsi on obtient un fort taux de satisfaction pour la réservation de ressources. Le protocole **TBP** réalise lui aussi une réservation de ressource et en plus limite la diffusion des messages de signalisation. Cependant ce protocole fait partie de la famille des protocoles réactifs ce qui signifie que le délai d'établissement des routes peut devenir important dans un réseau de forte densité. Ces limitations sont aussi mises en évidence lors de simulations par une distribution des sondes non optimisée, et par une estimation imprécise du délai.

De même **BRuIT** repose sur un mécanisme de réservation de bande passante, utilisé avec un protocole de routage réactif basique. Sa vraie force réside dans son mécanisme unique de prise en compte des interférences dans le calcul de la bande passante disponible. En cela il apporte une vraie innovation avec un calcul de la charge du medium radio plus efficace et donc une évaluation de la bande passante disponible plus précise. Cela implique la garantie d'un certain débit aux applications qui en ont besoin. **BRuIT** est donc le seul protocole de routage à intégrer le support de la qualité de service en tenant compte le plus justement possible des ressources disponibles. Toutefois si le modèle théorique de **BRuIT** est novateur il ne faut pas perdre de vue que ses performances en pratique restent à juger. La principale difficulté restant dans le choix de la valeur k qui définit jusqu'à combien de saut on prend en compte les interférences. Une autre difficulté vient de son utilisation en intérieur, environnement sujet aux problèmes de réflexion/réfraction des ondes (et de multi trajet), où les performances risquent de ne pas bénéficier des innovations introduites par **BRuIT**.

Contrairement aux protocoles précédents, **CEDAR** est incapable de faire une réservation de ressources donc il n'offre pas de garanties sur la bande passante disponible, la mobilité des nœuds étant imprévisible, seule une approximation est envisageable. Ceci est justifié par le fait qu'il ne calcule pas forcément les routes les plus optimales en raison de l'approche minimaliste de la connaissance de la topologie du réseau par le cœur du réseau. Cela empêche donc la découverte de routes possédant une meilleure bande passante entre des nœuds dont le cœur n'a pas forcément connaissance. De plus, le routage à la source limite les performances pour trouver le chemin le plus court. Cependant malgré ses défauts, la connaissance partielle de la topologie du réseau de cœur permet de réduire énormément les overhead dus aux inondations du réseau, principal obstacle à la mise en place du routage avec **QoS** car très coûteux. Il faut insister sur le fait que tout comme **TBP**, **CEDAR** limite

l'utilisation du broadcast et permet l'utilisation de l'unicast au sein du cœur et aussi entre le cœur et les stations qui s'y rattachent. Cela apporte une plus grande fiabilité et une plus grande performance comparé au problème de terminaux caché/exposé en diffusion et donc limite la perte de paquets.

Cette limitation de la diffusion est aussi réalisée par **QOLSR**. En effet le concept de sélection des MPR permet de restreindre l'inondation du réseau par les messages de contrôle. De plus comme pour **TBP**, ce protocole permet d'avoir plusieurs métriques pour définir la **QoS**. Ainsi on peut trouver une route avec la bande passante maximum ou une route avec un délai minimum. Cependant cette définition de **QoS** est limitée puisque il est difficile voir impossible de trouver une route optimale avec plusieurs contraintes. L'idée majeure est de rendre prioritaire la bande passante ensuite le délai, donc s'il existe plusieurs routes avec une bande passante maximale, le paquet sera envoyé sur la route où le délai est minimal.

► **En application :** Dans le cas du routage avec **QoS**, l'objectif n'est pas seulement de trouver le meilleur chemin selon un critère précis, mais de trouver un chemin "admissible". On ajoute donc des contraintes sur les routes pour déterminer si elles sont admissibles ou non. Par exemple les applications multimédia ont besoin de contraintes de délais et de gigue. Donc les protocoles avec réservation de ressources comme **DSDV+**, **TBP**, et **BRuIT** sont les seuls disposés à le faire. Cependant l'efficacité de **TBP** est optimale pour des réseaux à faible densité et mobilité réduite comme une bibliothèque par exemple alors que **BRuIT** gère aussi mal la mobilité, dû à un recalcul de route très long (2s) mais est efficace dans les réseaux denses grâce à sa grande fiabilité, donc efficace pour les échanges de fichier (ftp, etc.).

Quant à **DSDV+**, il gère bien la réactivité de la mobilité des nœuds et est adapté aux topologies dynamiques qui présentent une grande variation des flux et une inégalité de ressources dans les nœuds. Pour les protocoles ne réservant pas de bande passante comme **CEDAR** les performances en terme de **QoS** au niveau de la bande passante sont optimales pour des réseaux de faible mobilité ne demandant pas spécialement des routes optimales, préférant des liens plutôt rapides et stable à une route optimum et moins sure. **CEDAR** s'implante donc comme un protocole assez polyvalent. **QOLSR** ne déroge pas à la règle et est adapté aussi aux réseaux à faible mobilité car dès qu'il y a un changement dans une table de routage, une mise à jour est obligatoire et comme nous l'avons vu avec **CEDAR**, le maintien de l'état précis des liens est très coûteux en ressources et représente une barrière à la **QoS**. Ce protocole s'applique surtout à des réseaux qui ont besoin d'un minimum de contraintes de **QoS**, comme des réseaux de diffusion de flux multimédia audio et vidéo.

8. Synthèse

Dans les réseaux **ad hoc** (MENT), le routage simple pose déjà des problèmes en pratique. De nombreux obstacles restent difficiles à franchir, c'est pourquoi les simulations de MANETs dépassent très rarement les quelques centaines de nœuds. L'introduction de la **QoS** dans ces réseaux est une tâche particulièrement difficile car la mobilité des nœuds rend la maintenance très coûteuse et ne permet pas de garantir des paramètres de **QoS**, on ne peut que les approximer. Les nombreux algorithmes imaginés dans ce domaine témoignent de l'intérêt suscité par ce problème dans la communauté scientifique mais aussi du fait qu'aucun ne parvient à réellement s'imposer.

9. conclusion

Si un certain nombre de solutions sont aujourd'hui proposées pour fournir de la qualité de service aux réseaux ad-hoc, beaucoup reste à faire. Chaque protocole présente ici ne traite qu'un aspect particulier de la transmission dans les réseaux ad-hoc. De plus, les tests effectués pour évaluer chaque protocole est très différent. Les topologies, ainsi que les types de trafic utilisés sont propres à chaque protocole, c'est pourquoi il est difficile de comparer ces différentes solutions. Il semble maintenant utile de proposer des scénarios de test qui permettraient de comparer ces différents protocoles entre eux.

Si certaines spécificités des réseaux ad-hoc comme la fiabilité du médium, les problèmes d'accès concurrents ou encore le coût d'envoi d'un message sont aujourd'hui largement étudiées, beaucoup de paramètres sont encore à considérer. La propagation radio est un phénomène complexe et dans la plupart des solutions proposées, de nombreuses simplifications sont faites. Les liens sont souvent considérés comme étant symétriques, tout comme les zones de réception. La décision d'accepter ou de refuser les trafics se base essentiellement sur la connaissance de la zone de couverture de chaque mobile. L'impact des interférences entre les transmissions est souvent sous-estimée [4].

References bibliographiques

1. Projet Master1 (pdf), cahier de charges : 'sécurité dans les réseaux ad hoc mobiles. (Recherche google.fr).
2. Mini projet (pdf), Le routage dans les réseaux ad hoc mobile / université Houari Bo médiane. (Recherche google.fr).
3. Mise en œuvre d'un protocole de routage avec qualité de service pour réseaux ad hoc. Sébastien Hinderer (pdf, recherche google.fr).
4. Qualité de service et réseaux ad-hoc un état de l'art .Claude Chaudet, No 4325 12 novembre 2001 INRIA. (Pdf, recherche google.fr).
5. Article (pdf), Analyse des techniques de routage avec QoS dans les réseaux ad hoc. (Recherche google.fr).
6. P. Sinha, R. Sivakumar, and V. Bharghavan. CEDAR : a Core extraction Distributed ad hoc routing algorithm. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, spécial issue on Wireless Ad Hoc Networks, 17(8) :1454{1465, August 1999 [8].
7. Table 2-3 chapitre 2 : Les réseaux sans fil ad hoc : état l'art (thèse : Jean-Pierre CHANET Ingénieur en Génie Électrique, « Algorithme de routage coopératif à qualité de service pour des réseaux ad hoc agro-environnementaux. » (Pdf).