

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A.MIRA Bejaïa
Faculté des Sciences exactes
Département d'informatique



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master 2 en Informatique
Option : Administration et sécurité des réseaux

Thème

**Etude et simulation du protocole de routage DSDV dans le
cadre des réseaux Ad-hoc**

Présentée par :

M^{elle} KINZI Dihia.
M^{elle} MEDJBEUR Atika.

Encadrer par :

Mr MEHAOEUD Kamal

Devant le Jury composé de :

Président : Mr BAADACHE Abedrrahmane.

Examineurs: Mr SAADI Mustapha.

Année Universitaire : 2017/2018

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions le Dieux, notre créateur de nos avoir donné les forces, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste.

Nous adressons le grand remerciement à notre promoteur monsieur MEHAOEUD Kamal, qui a conjugué sa compréhension et son talent afin d'encadrer notre travail,

Nous tenons également à remercier messieurs les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance.

Enfin, nous remercions sans les nommer, l'ensemble des personnes de prêt ou de loin, qui ont apportés leur soutien et qui nous à encouragé à persévérer.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A ma maman, celle à qui je dois tout.

Mon cher papa qui ma aidé et soutenu durant tous mon parcours.

Mes chers grands parents maternels et paternels.

A mes frères, mes sœurs, et mes nièce et mes nouveaux « Adem et Raouf ».

Que ce travail soit pour eux un exemple de persévérance dans la vie.

A mes amis (es) et toute ma famille KINZI

A mon cher mari Malik.

A ma belle maman et baux papa,

A mes belle sœurs, mes baux frères

A toute ma belle famille BOUKHEBOU du plus grand au plus petit.

«Adel, Hocine, Malak, Karim, Mohammed amine, Amina ».

A toute personne qui ma aidé de près ou de loin, à la contribution de ce modeste Travail.

KINZI DIHIA

Je dédie ce modeste travail à :

MA TRÈS CHÈRE MÈRE

MON TRÈS CHER PÈRE

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance.

Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie.

Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite.

Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter.

Ma grande famille

Je cite en particulier,

Mes tantes, mes oncles ainsi que mes cousins et cousines.

Mes soeur fatiha et mouna , mon petit frère yacine.

Ma belle famille Kacher, ainsi a mon cher mari nourdine.

A tous mes amis Merci de m'avoir accueillir parmi vous.

Puisse ce travail témoigner de ma profonde affection et de ma sincère estime.

MEDJBEUR ATIKA

Table des matières

Sommaire.....I

Liste des figures III

Liste des tableaux IV

INTRODUCTION GENERAL 1

Chapitre I Les réseaux mobiles.

INTRODUCTION 3

I.1 Présentation de réseaux mobiles 3

I.2 Classification des réseaux 3

I.2.1 Selon l'étendu du réseau 3

I.2.2 Réseaux avec ou sans infrastructure 6

I.2.2.1 réseaux mobiles avec infrastructure (cellulaire) 6

I.2.2.2 réseaux mobiles sans infrastructure (Ad-hoc) 7

I.3 Les réseaux mobiles Ad Hoc 8

I.3.1 Les caractéristiques des réseaux mobiles ad hoc 8

I.3.2 Les avantages des réseaux mobiles ad hoc 9

I.3.3 Problèmes des réseaux mobiles ad hoc 10

I.3.4 Domaine d'application des réseaux mobile ad hoc..... 10

I.3.5 Modélisation d'un réseau mobile ad hoc 10

I.4 Modes de communication dans les réseaux mobiles 11

CONCLUSION 12

Chapitre II Le routage dans les réseaux mobiles ad-hoc.

INTRODUCTION..... 13

II.1 Définition le routage dans les ad hoc 13

II.2 La difficulté de routage dans les ad hoc 13

II.3 Les contrainte de routage dans les ad hoc 13

II.4 Classification des protocoles de routages 14

II.4.1 Routage plat 14

II.4.2 Les protocoles de routage hiérarchique 15

II.4.3 Le routage à la source et le routage saut par saut 16

II.4.3.1 Le routage à la source 16

II.4.4 Le routage saut par saut 16

II.4.4 Etat de lien et Vecteur de distance..... 16

II.4.4.1 La méthode à État de Liens (Link State) 16

II.4.4.2 La méthode du Vecteur de Distances (Distance Vector) 16

II.4.5 L'inondation 16

II.4.6 Le concept de groupe..... 17

II.5 Les principaux algorithmes de routage développés pour les réseaux ad-hoc.....	18
II.5.1 Les protocoles de routage proactifs	18
II.5.2 Les protocoles de routage réactifs	18
II.5.3 Les protocoles de routage hybrides	19
II.6 Classification	19
CONCLUSION	21

Chapitre III Le protocole de routage DSDV.

INTRODUCTION.....	22
III.1 Le protocole de routage DSDV	22
III.1.1 La définition	22
III.1.2 Mécanismes de création des routes	24
III.1.3 Mécanismes de maintenance des routes	24
III.1.4 Caractéristiques supplémentaires	25
III.1.5 Influence	26
III.1.7 Entête	26
III.2 Le protocole de routage AODV	26
III.2.1 Définition AODV	26
III.2.2 Table de routage et paquets de contrôle	27
III.2.3 Fonctionnalité	27
III.2.4. Maintenance des routes.....	28
III.3. Comparaison des deux protocoles (DSDV, AODV).....	29
CONCLUSION	29

Chapitre IV Simulations et évaluation des performances.

INTRODUCTION.....	30
IV.1 Les différents simulateurs réseau	30
IV.1 Présentations de network simulator	30
IV.1.1 Network Simulator NS2 Network Simulator (NS2)	30
IV.1.2 OMNET++	31
IV.1.3 OPNET.....	31
IV.1.4 GloMoSim OPNET	31
IV.1.5 Le simulateur J-Sim	31
IV.1.6 Le simulateur SENS.....	31
IV.1.7 PAWiS	32
IV.1.8 Le simulateur SENSE	32
IV.1.9 Un autre simulateur "IDEA1"	32
IV.2 Présentation de network simulator.....	32
IV.2.1 Le choix de NS2.....	33
IV.2.2 TCL-OTCL	33
IV.2.3 L'outil de visualisation NAM	34
IV.2.4 Xgraphe	34
IV.2.5 Avantages	35
IV.2.6 Inconvénients	35
IV.3 La simulation	35
IV .3.1 Objectifs.....	35
IV.3.2 Présentation de la méthodologie	35

IV.4 Simulation et évaluation des performances	35
IV.5 Scénarios de simulation	36
IV.5.1 Simulation 1: Etude par rapport au nombre de nœuds.....	36
IV.5.2 Simulation 2: Etude par rapport à la distance entre l'émetteur et le récepteur nœuds	37
IV.5.3 Simulation 3 : étude par rapport à la mobilité.....	40
CONCLUSION	41
Conclusion générale	42

Liste des Figures

Figure I.1 : Décomposition des réseaux mobiles	3
Figure I.2 : Classification des réseaux suivant la distance	4
Figure I.3 : Les Réseaux LAN	4
Figure I.4 : Les réseaux MAN.....	5
Figure I.2 : Le modèle des réseaux mobiles avec infrastructure	7
Figure I.3 : Le modèle des réseaux mobiles sans infrastructure	7
Figure I.4 : Exemple de réseaux Ad hoc	8
Figure I.5 : La modélisation d'un réseau ad hoc.....	11
Figure I.6 : Le changement de la topologie des réseaux ad hoc.....	11
Figure I.7 : Les différentes modes de communication	12
Figure II.1 : Routage plat	15
Figure II.2 : routage hiérarchique.....	15
Figure II.3 : Le mécanisme d'inondation.....	17
Figure II.4 : La décomposition du réseau en groupe	17
Figure II.5 : Classification des protocoles de routage MANET.....	21
Figure III.1 : Exemple d'un réseau mobile ad-hoc.....	22
Figure III.2 : Une table de routage DSDV	23
Figure III.3 : Exemple d'un scénario Du protocole de routage DSDV	23
Figure III.4 : En-tête de message DSDV.....	26
Figure III.5 : Encapsulation d'en-tête DSDV	26
Figure III.6 : Les deux requêtes RREQ et RREP utilisé dans le protocole AODV	28
Figure IV.1 Modèle de nœuds mobile sous NS2	30
Figure IV.2 : Exemple de la capture simulation de l'outil NAM de l'exécution du fichier TCL (protocole dsdv)	33
Figure IV.3 : Montage réseau avec les flux de communication visualisés avec le NAM pour le protocole dsdv	34
Figure IV.4 : Exemple d'un Graphe (le protocole DSDV)	35
Figure IV.6 : Débit en fonction de nombre de nœud (17 nœud)	36
Figure IV.6 : Débit en fonction de nombre de nœud (30nœud)	37
Figure IV.7 : Distance grande entre l'émetteur et le récepteur	38
Figure IV.8 : Distance grande entre l'émetteur et le récepteur	39
Figure IV.9 : Débit en fonction de la mobilité	40

Liste des tableaux

Tableau II.1: Type de classification des réseaux Ad-hoc.....	20
Tableau III.1: Topologie du réseau et table de routage du nœud (1) dans DSDV	23
Tableau III.2: Table de routage DSDV sauvegardée dans un nœud	25
Tableau III.3 : une comparaison des deux protocoles (DSDV, AODV).....	29
Tableau IV.1: Paramètre de simulation pour la simulation 1.....	36
Tableau IV.2: Paramètre de simulation pour la simulation 2.....	38
Tableau IV.3 : paramètre de la troisième simulation.....	40



Chapitre I

Les réseaux mobiles

Introduction

Les environnements mobiles offrent aujourd'hui une bonne alternative de communication à moindre coût et à grande flexibilité d'emploi. En effet, les mobiles permettent à un ensemble de machines hôtes d'être interconnectées facilement et rapidement entre elles avec un minimum d'infrastructure préalable, voire sans infrastructure. Les réseaux mobiles ad hoc sont définis comme une collection relativement dense d'entités mobiles interconnectées par une liaison sans fil, sans aucune administration ou support fixe. Une des spécificités fondamentales de ces réseaux c'est qu'ils doivent assurer automatiquement leur propre organisation interne sachant qu'aucune administration du réseau n'est fournie : ils doivent donc s'auto-organiser pour acheminer le trafic entre deux différents nœuds du réseau ad hoc.

Ce chapitre a pour but de présenter ce type de réseaux, ces caractéristiques principales, les problèmes, les avantages, et le Domaine d'application des réseaux mobile ad hoc

I.1 Présentation de réseau mobile

Les réseaux mobiles offrent une grande flexibilité d'emploi (critère de mobilité) sans aucune restriction sur la localisation des organes communicants [1].

Les réseaux mobiles sans fil, peuvent être classés en deux catégories les réseaux avec infrastructure qui utilisent généralement le modèle de la communication cellulaire, et les réseaux sans infrastructure ou les réseaux ad hoc.

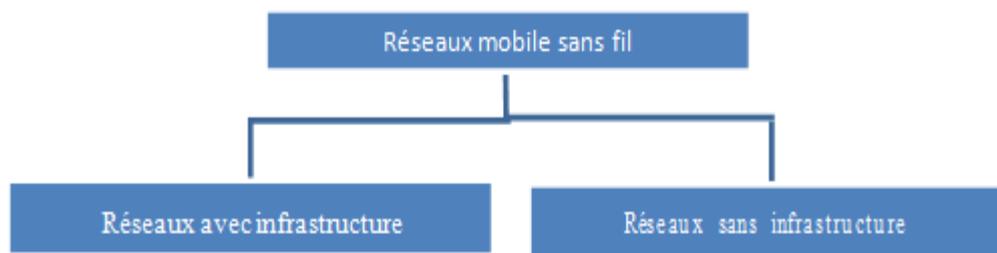


Figure I.1 : Décomposition des réseaux mobiles.

I.2 Classification des réseaux mobile

I.2.1 Selon l'étendu du réseau

Constitués d'interconnexions de LAN, voire de MAN, les réseaux étendus sont capables de transmettre des informations sur des milliers de kilomètres à travers le monde entier par le biais de routeurs et de liaisons nationales ou internationales à très haut débit, appelées épines dorsales (backbone en anglais). Puisque la majeure partie du trafic d'un WAN se situe dans les LAN qui le constituent, les routeurs sont investis d'une mission importante: contrôler le trafic. Ils doivent être paramétrés avec des informations appelées routes qui leur indiquent comment acheminer des données entre réseaux. En outre, l'épine dorsale est un ensemble de lignes

Téléphoniques très rapides utilisées par les opérateurs de télécommunications pour transmettre de gros volumes de trafic.

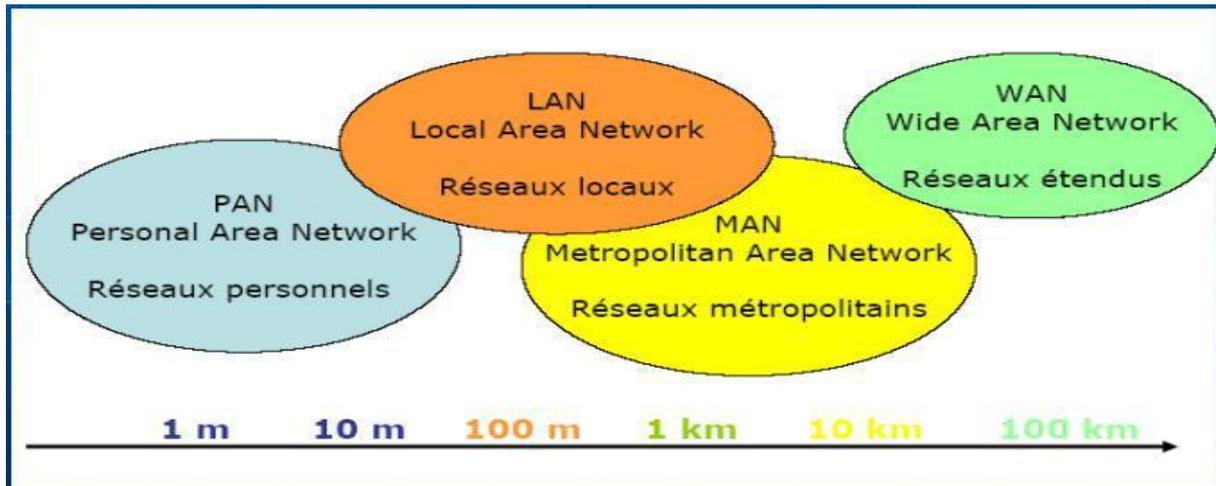


Figure I.2 Classification des réseaux suivant la distance [2].

- **PAN** (Personal Area Network)
Désigne un type de réseau informatique restreint en termes d'équipements, généralement mis en œuvre dans un espace d'une dizaine de mètres. D'autres appellations pour ce type de réseau sont: réseau domestique ou réseau individuel.
- **LAN** (*Local Area Network*)
LAN signifie (en français *Réseau Local*). Il s'agit d'un ensemble d'ordinateurs appartenant à une même organisation et reliés entre eux dans une petite aire géographique par un réseau, souvent à l'aide d'une même technologie (la plus répandue étant Ethernet). Un réseau local est donc un réseau sous sa forme la plus simple. La vitesse de transfert de données d'un réseau local peut s'échelonner entre 10 Mbps (pour un réseau Ethernet par exemple) et 1 Gbps. La taille d'un réseau local peut atteindre jusqu'à 100 voire 1000 utilisateurs [2].

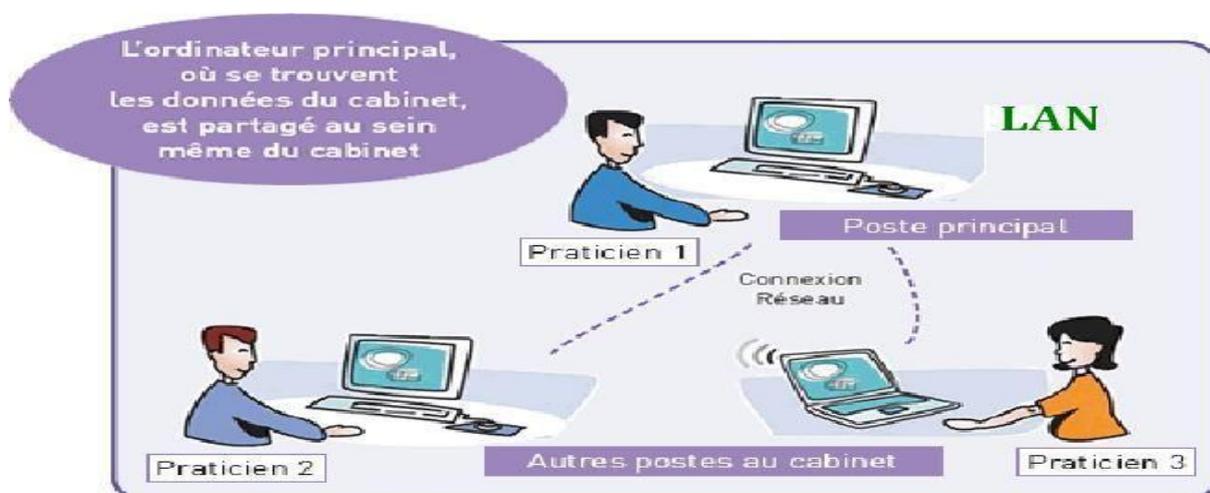


Figure I.3 : Les Réseaux LAN [2].

- **MAN** (*Metropolitan Area Network*)

Interconnectent plusieurs LAN géographiquement proches (au maximum quelques Dizaines de km) à des débits importants. Ainsi un MAN permet à deux nœuds distants de communiquer comme si ils faisaient partie d'un même réseau local. Un MAN est formée de commutateurs ou de routeurs interconnectés par des liens hauts débits (en général en fibre optique) [2].

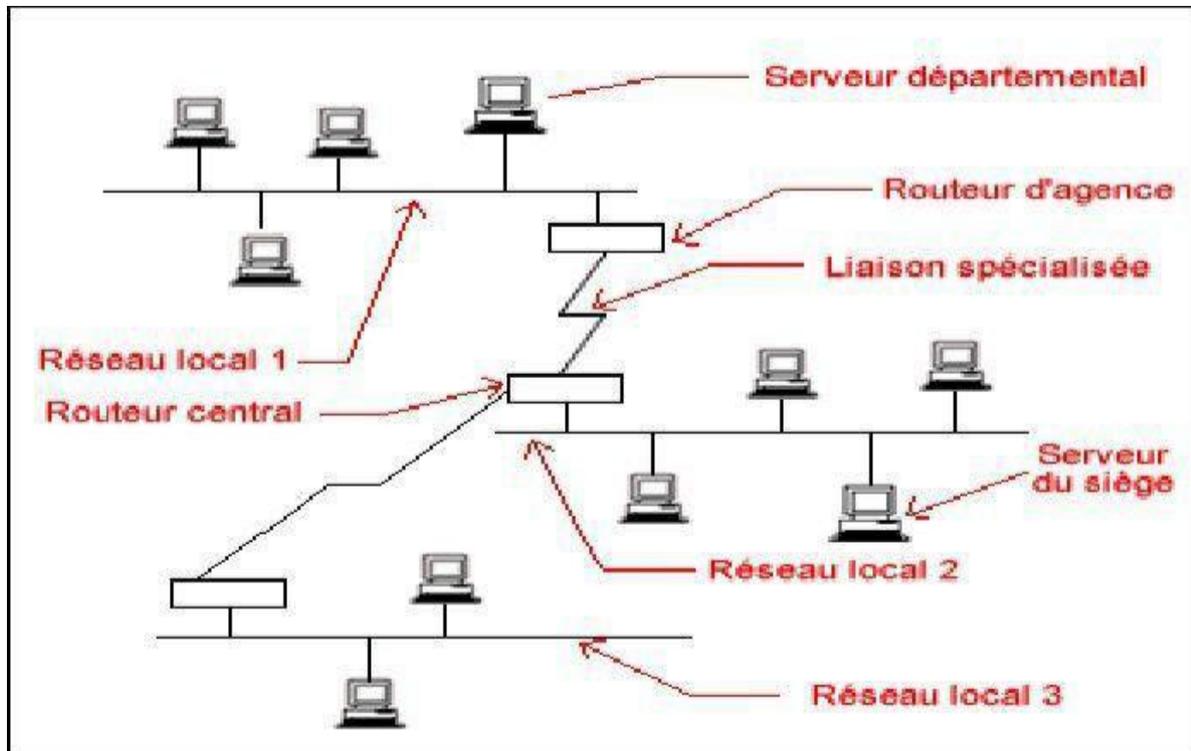


Figure I.4 : Les réseaux MAN [2].

- **WAN** (Wide Area Network ou réseau étendu)

Un WAN interconnecte plusieurs LANs à travers de grandes distances géographiques. Les débits disponibles sur un WAN résultent d'un arbitrage avec le coût des liaisons (qui augmente avec la distance) et peuvent être faibles. Les WAN fonctionnent grâce à des routeurs qui permettent de "choisir" le trajet le plus approprié pour atteindre un nœud du réseau. Le plus connu des WAN est Internet [2].

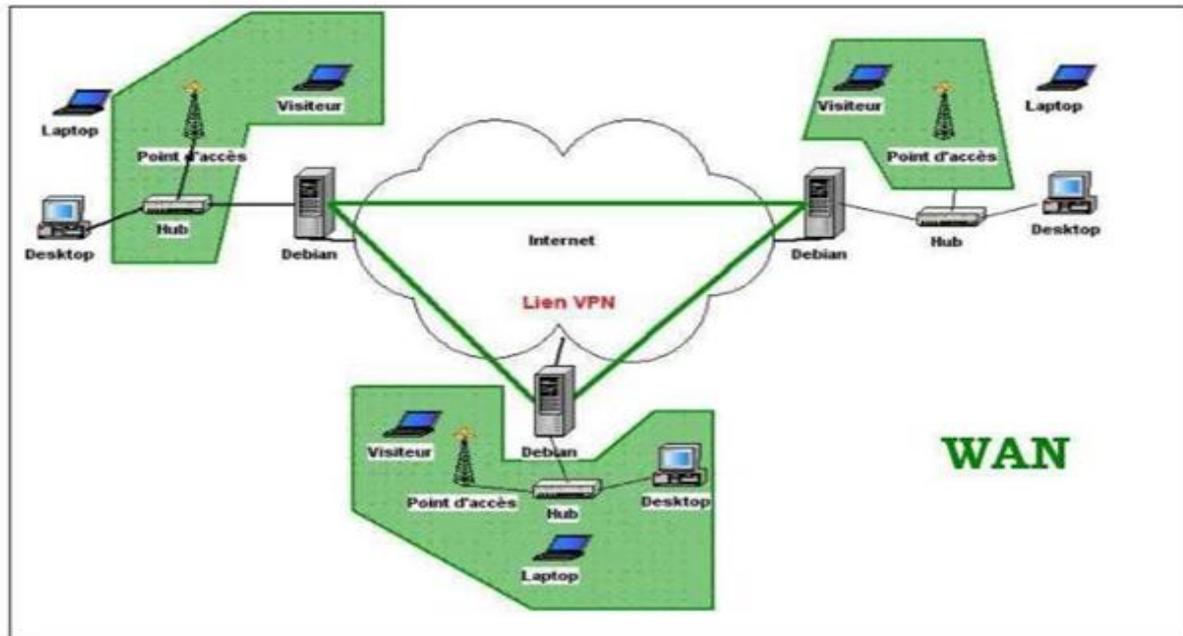


Figure I.5 : Les réseaux WAN.

I.2.2 Réseaux avec ou sans infrastructure

Le réseau sans fil offre deux modes de fonctionnement, le mode avec infrastructure et le mode sans infrastructure ou mode ad hoc [3].

I.2.2.1 Les réseaux mobiles avec infrastructure (cellulaires)

Le modèle de système intégrant des sites mobiles et qui a tendance à se généraliser, est composé de deux ensembles d'entités distinctes : les "sites fixes" d'un réseau de communication filaire classique (wired network), et les "sites mobiles" (Wireless network). Certains sites fixes, appelés station de base (SB) sont munis d'une interface de communication sans fil pour la communication directe avec les sites ou unités mobiles (UM), localisés dans une zone géographique limitée, appelée cellule. A chaque station de base correspond une cellule à partir de laquelle des unités mobiles peuvent émettre et recevoir des messages. Alors que les sites fixes sont interconnectés entre eux à travers un réseau de communication filaire, généralement fiable et d'un débit élevé, les liaisons sans fil ont une bande passante limitée qui réduit considérablement le volume des informations échangées.

Dans ce modèle, une unité mobile ne peut être, à un instant donné, directement connectée qu'à une seule station de base. Elle peut communiquer avec les autres sites à travers la station à laquelle elle est directement rattachée. L'autonomie réduite de sa source d'énergie lui occasionne de fréquentes déconnexions du réseau. Sa reconnexion peut alors se faire dans un environnement nouveau voire dans une nouvelle localisation

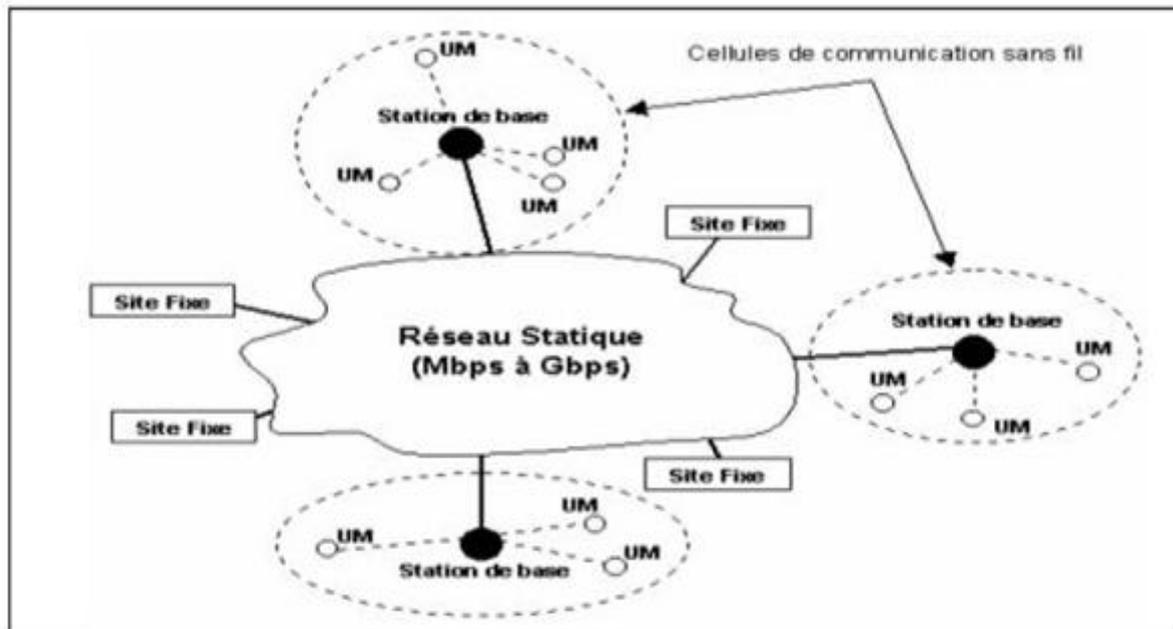


Figure I.6: Le modèle des réseaux mobiles avec infrastructure.

I.2.2.2 Réseaux mobiles sans infrastructure (Ad hoc)

Le modèle de réseau sans infrastructure préexistante ne comporte pas l'entité "site fixe" : tous les sites du réseau sont mobiles et communiquent d'une manière directe en utilisant leurs interfaces de communication sans fil. L'absence de l'infrastructure ou du réseau filaire composé des stations de base oblige les unités mobiles à se comporter comme des routeurs qui participent à la découverte et la maintenance des chemins pour les autres hôtes du réseau.

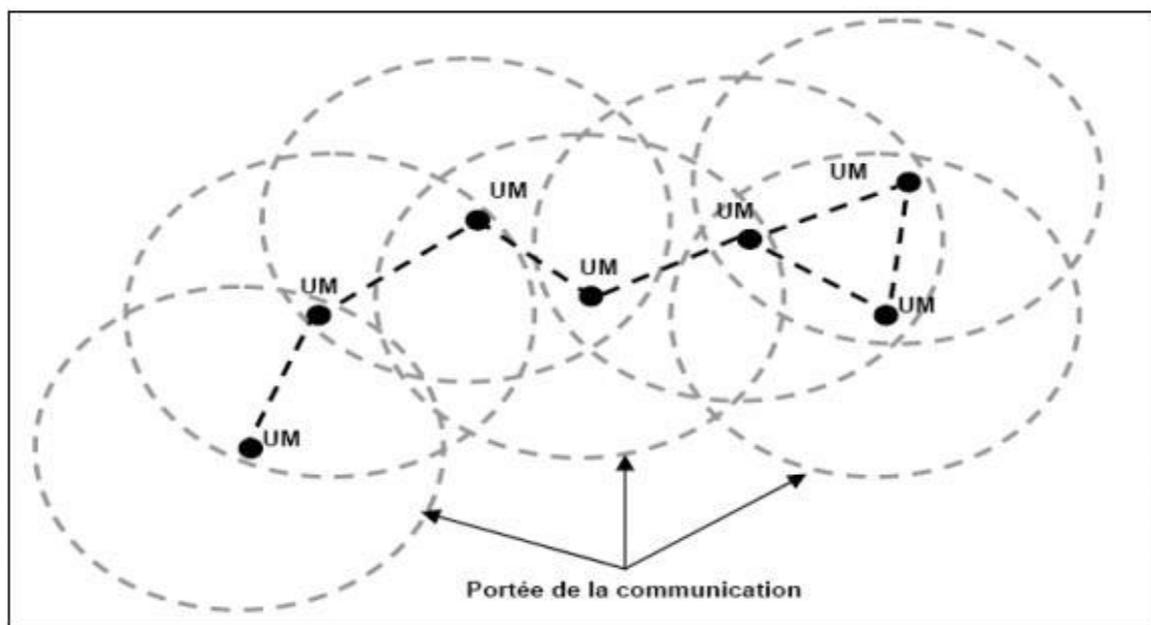


Figure I.7 : Le modèle des réseaux mobiles sans infrastructure.

I.3 Les réseaux Ad-Hoc

Un réseau mobile ad hoc, appelé généralement MANET (Mobile Ad hoc NETwork), consiste en une grande population, relativement dense, d'unités mobiles qui se déplacent dans un territoire quelconque et dont le seul moyen de communication est l'utilisation des interfaces sans fil, sans l'aide d'une infrastructure préexistante ou administration centralisée.

Les réseaux ad hoc, si on tente d'en apporter une définition, se caractérisent par un ensemble de stations pouvant être mobiles (topologie dynamique et libre) interconnectées et communiquant entre elles via une interface radio (uni ou bidirectionnelle), sans nécessiter d'infrastructure préexistante (formant dynamiquement un réseau temporaire). Chaque station a, par ailleurs, le même rôle (administration distribuée), et peut être mise à contribution par d'autres stations pour effectuer le routage de données correspondant (routage multi-hop). Ainsi, lorsqu'une station émettrice est hors de portée de la station destinataire, la connectivité du réseau est maintenue par les stations intermédiaires [4].

Un exemple de réseau ad hoc est illustré par la figure suivante dans laquelle une station émettrice communique avec une station réceptrice en utilisant les terminaux intermédiaires.

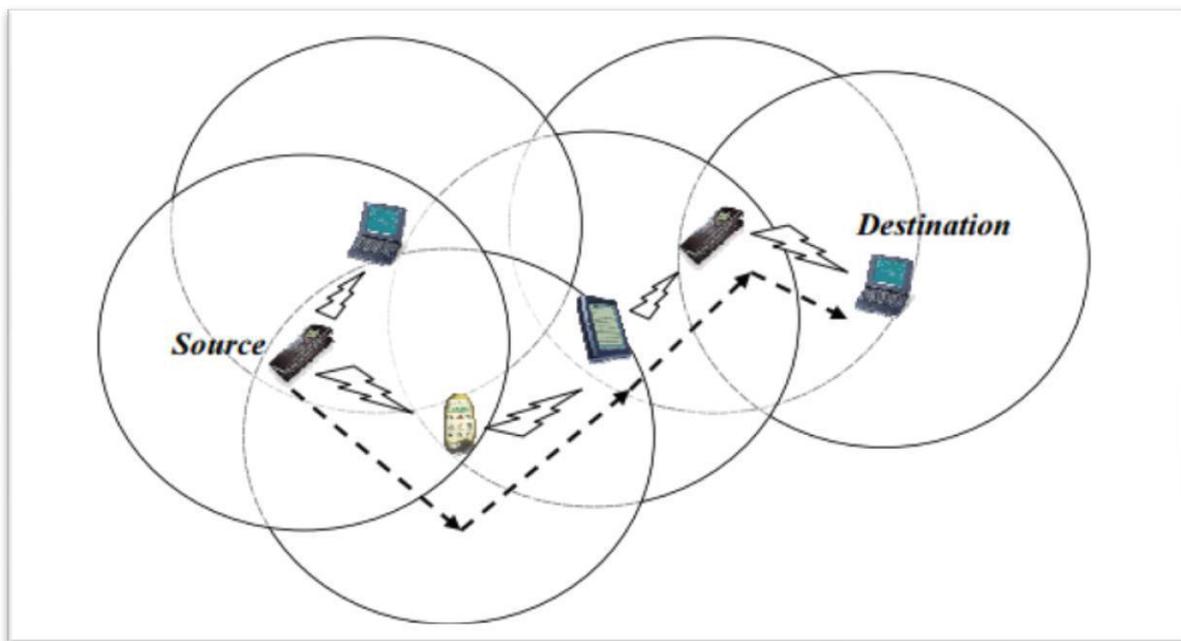


Figure I.8 : Exemple de réseaux Ad hoc.

I.3.1 Les caractéristiques des réseaux mobiles ad hoc

Les réseaux ad hoc se caractérisent principalement par :

- **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 imprévisibles, d'une manière rapide et aléatoire. Les liens de la topologie peuvent être unidirectionnels ou bidirectionnels.

- **Bande passante limitée**

Une des caractéristiques primordiales des réseaux basé 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.

- **La contrainte d'énergie :**

Les équipements mobiles disposent de batteries limitées, et dans certains cas très limitées, 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.

- **Absence d'infrastructure centralisée :**

Les réseaux ad hoc se distinguent des autres réseaux mobiles par la propriété d'absence d'infrastructures préexistantes et de tout genre d'administrations centralisées. Les hôtes mobiles sont responsables d'établir et de maintenir la connectivité du réseau d'une manière continue.

- **Hétérogénéité des nœuds :**

Un nœud mobile peut être équipé d'une ou plusieurs interfaces radio ayant des capacités de transmission variées dans des plages de fréquence différentes. Cette hétérogénéité de capacité peut engendrer des liens asymétriques dans le réseau. De plus, les nœuds peuvent avoir des différences en terme de capacité de traitement (CPU, Mémoire) de logiciel et de mobilité (lent, rapide). Dans ce cas, une adaptation dynamique des protocoles s'avère nécessaire pour supporter de telles situations.

- **Multihops :**

Un réseau ad hoc est qualifié par « multihops » car plusieurs nœuds mobiles peuvent participer au routage et servent comme routeurs intermédiaires

I.3.2 Les avantages des réseaux mobiles ad hoc

Les principaux avantages des réseaux ad hoc sont :

- Les réseaux ad hoc peuvent être déployés dans un environnement quelconque
- le coût d'exploitation du réseau est faible : aucune infrastructure n'est à mettre en place initialement et surtout aucun entretien à prévoir.
- le déploiement d'un réseau ad hoc est simple: ne nécessite aucun pré requis puisqu'il suffit de disposer d'un certain nombre de terminaux dans un espace pour créer un réseau ad hoc, et rapide puisqu'il est immédiatement fonctionnel dès lors que les terminaux sont présents
- la souplesse d'utilisation est un paramètre très important puisque les seuls éléments pouvant tomber en panne sont les terminaux eux-mêmes, Autrement dit il n'y a pas de panne "pénalisante" de manière globale (une station qui sert au routage peut être remplacée par une autre si elle tombe en panne).

I.3.3 Problèmes des réseaux mobiles ad hoc

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'unités existant dans un environnement caractérisé par de modestes capacités de calcul et de sauvegarde et de changements rapides de topologies.

Il semble donc important que toute conception de protocole de routage doive étudier les problèmes suivants :

- La minimisation de la charge du réseau.
- Offrir un support pour pouvoir effectuer des communications multipoints fiables.
- Assurer un routage optimal.
- Offrir une bonne qualité concernant le temps de latence.

I.3.4 Domaine d'application des réseaux mobiles ad hoc

En plus de leurs utilisations dans les applications tactiques militaires, les réseaux ad hoc sont utilisés également dans les domaines civils. On peut citer :

- Les services d'urgence : opération de recherche et de secours des personnes, tremblement de terre, feux, dans le but de remplacer l'infrastructure filaire.
- Le travail collaboratif et les communications dans des entreprises ou bâtiments : dans le cadre d'une réunion ou d'une conférence par exemple.
- Applications commerciales : pour un paiement électronique distant ou pour l'accès mobile à l'Internet, ou service de guide en fonction de la position de l'utilisateur.
- Réseaux de senseurs : Les capteurs, chargés de mesurer les propriétés physiques des environnements (comme la température, la pression...), sont dispersés (le plus souvent lâchés d'un avion ou d'un hélicoptère) par centaines, voire par milliers sur le site, effectuent leurs mesures et envoient les résultats à une station par l'intermédiaire d'un routage ad hoc à travers le réseau.
- Le cadre informatique : Dans le cadre de l'informatique, les réseaux ad hoc peuvent servir à établir des liens entre ses différents composants. Dans ce cas, on parle non plus de LAN (Local Area Network) mais de PAN (Personal Area Network).

I.3.5 Modélisation d'un réseau mobile ad hoc

Un réseau ad hoc peut être modélisé par :

Un graphe $G_t = (V_t, E_t)$, Ou V_t représente l'ensemble des nœuds (i.e. les unités ou les hôtes mobiles) du réseau et E_t modélise l'ensemble des connexions qui existent entre ces nœuds.

Si $e = (u,v)$ appartient à E_t , cela veut dire que les nœuds u et v sont en mesure de communiquer directement à l'instant t .

Cette figure suivante représente un réseau ad hoc de neuf nœuds mobiles sous forme d'un graphe [4].

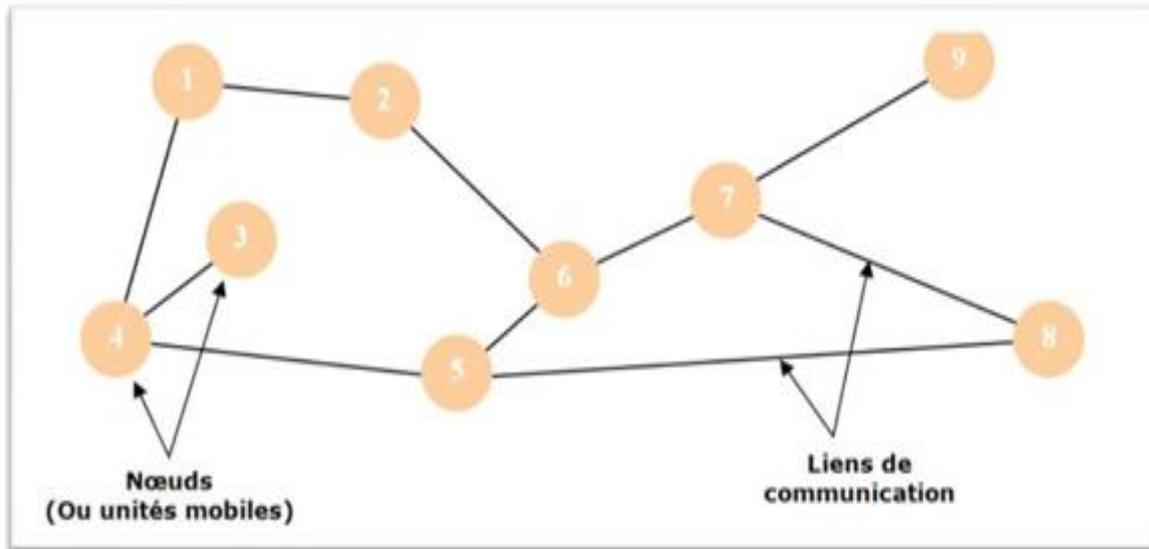


Figure I.9: La modélisation d'un réseau ad hoc [4].

La topologie du réseau peut changer à tout moment, elle est donc dynamique et imprévisible, ce qui fait que la déconnexion des unités est très fréquente.

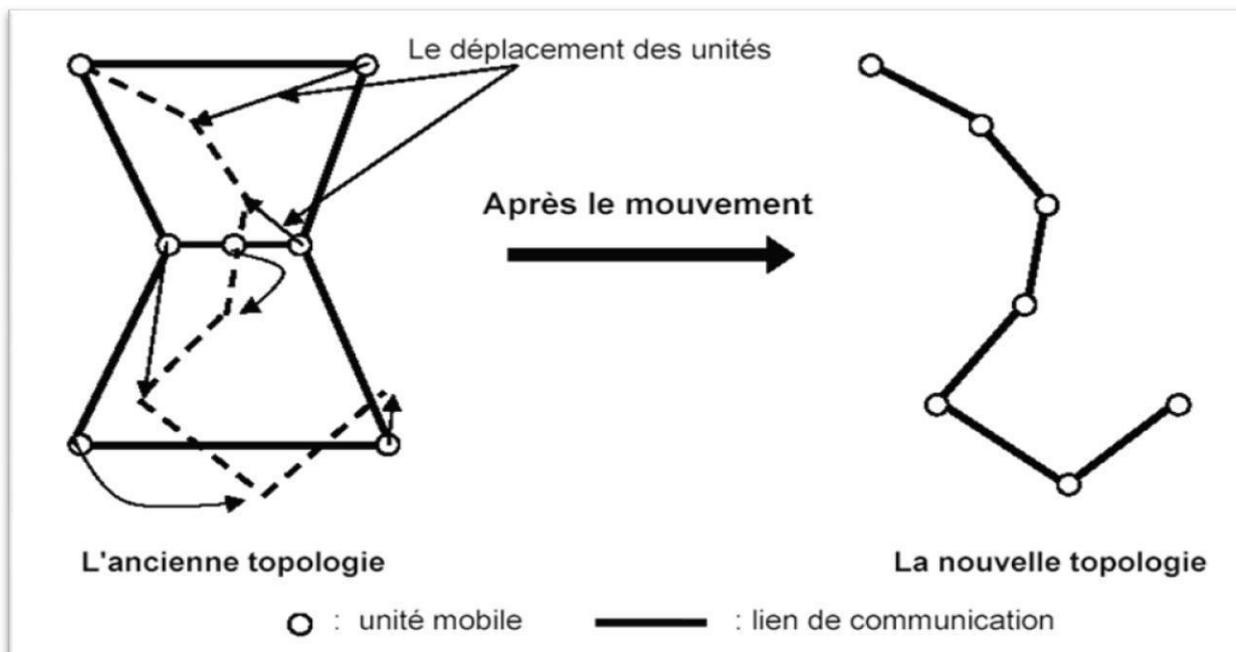


Figure I.10. Le changement de la topologie des réseaux ad hoc [4].

I.4. Modes de communication dans les réseaux mobiles Ad-hoc

La communication dans les réseaux mobiles Ad Hoc utilise plusieurs modes dont : la communication « point à point » ou « Unicast », la communication « multipoint » ou « Multicast », et la diffusion « Broadcast » [5].

Ces trois modes de communication peuvent être schématisés par la **figure I.11**.

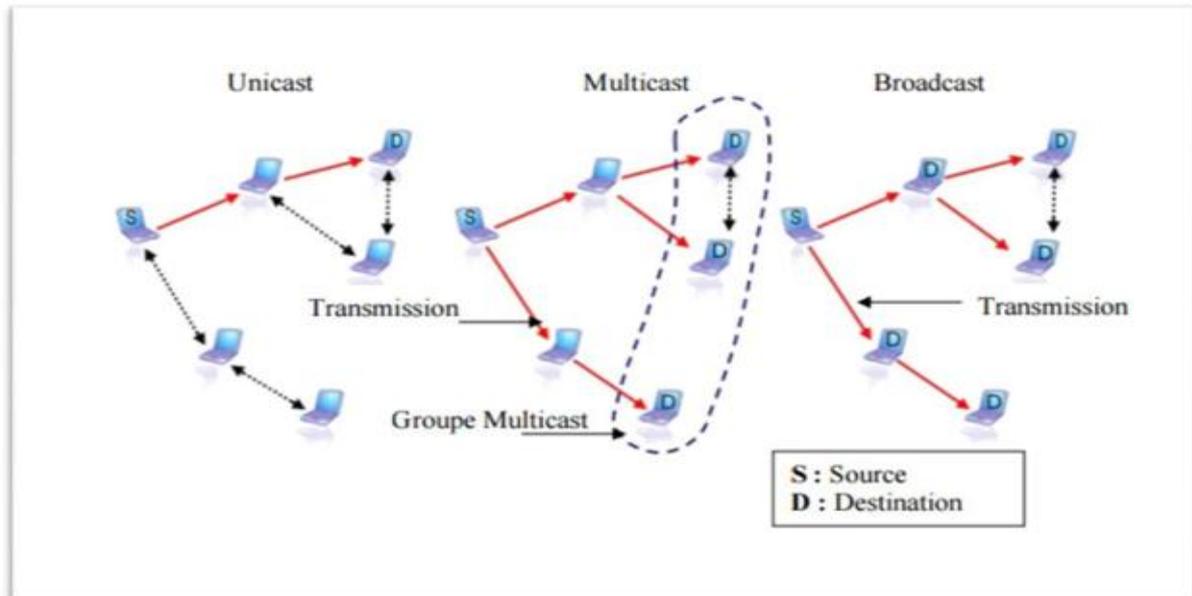


Figure I.11: Les différents modes de communication [5].

Conclusion

Les réseaux informatiques basés sur la communication sans fil peuvent être classés en deux catégories, les réseaux avec infrastructure fixe préexistante, et les réseaux sans infrastructure. La deuxième catégorie essaie d'étendre les moins de la mobilité à tous les composants de l'environnement.

Nous avons mis l'accent sur les réseaux Ad hoc en particulier les caractéristiques, les avantages, les problèmes.

Il nous semble pertinent de commencer par présenter ce type de routage dans les réseaux mobile ad hoc et de bien les comprendre.



Chapitre II

Le routage dans les réseaux mobiles

Ad-hoc

Introduction

Les réseaux ad hoc sont dynamiquement éparpillés d'une manière où l'interconnexion entre les nœuds peut changer à tout moment. Dans la plupart des cas, l'unité destination ne se trouve pas obligatoirement à la portée de l'unité source, ce qui implique que l'échange des données entre deux nœuds quelconques, doit être effectué par des stations intermédiaires.

La stratégie de routage est utilisée dans le but de rétablissement de routes qui soient correctes et efficaces entre une paire quelconque d'unités, ce qui assure l'échange des messages d'une manière continue.

A cause des limitations des réseaux ad hoc, la construction des routes doit être faite avec un minimum de contrôle et de consommation de la bande passante et de l'énergie.

Dans ce qui suit, nous allons présenter le routage dans les réseaux ad hoc, sa difficulté, ses contraintes et les principaux algorithmes de routage développés pour les réseaux ad hoc.

II .1 Définition de routage dans les réseaux ad hoc

Le routage est une méthode d'acheminement des informations vers la bonne destination à travers un réseau de connexion donné, il consiste à assurer une stratégie qui garantit, à n'importe quel moment, un établissement au réseau, ce qui assure l'échange des messages d'une manière continue. Vu les limitations des réseaux ad hoc, la construction des routes doit être faite avec un minimum de contrôle et de consommation de la bande passante [6].

II.2 La difficulté du routage dans les réseaux ad hoc

De ce fait un réseau ad hoc est un ensemble de nœuds mobiles qui sont dynamiquement et arbitrairement éparpillés d'une manière où l'interconnexion entre les nœuds peut changer à tout moment. Il se peut qu'un hôte destinataire 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 à 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'unités existant dans un environnement caractérisé par la modeste capacité 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 serait volumineux.

II.3 Les contraintes de routage dans les réseaux ad hoc

L'étude et la mise en œuvre d'algorithmes de routage pour assurer la connexion des réseaux ad hoc au sens classique du terme (tout sommet peut atteindre tout autre), est un problème complexe [6].

L'environnement est dynamique et évolue donc au cours de temps, la topologie du

Réseau peut changer fréquemment. Il semble donc important que toute conception de protocole de routage doive étudier les problèmes suivants :

- Minimisation de la charge du réseau

L'optimisation des ressources du réseau renferme deux autres sous problèmes qui sont L'évitement des boucles de routage, et l'empêchement de la concentration du trafic autour de certains nœuds ou liens.

- Offrir un support pour pouvoir effectuer des communications multipoints fiables

Le fait que les chemins utilisés pour router les paquets de données puissent évoluer, ne doit pas avoir d'incident sur le bon acheminement des données. L'élimination d'un lien, pour cause de panne ou pour cause de mobilité devrait, idéalement, augmenter le moins possible les temps de latence.

- Assurer un routage optimal

La stratégie de routage doit créer des chemins optimaux et pouvoir prendre en compte différentes métriques de coûts (bande passante, nombre de liens, ressources du réseau,... etc.). Si la construction des chemins optimaux est un problème dur, la maintenance de tels chemins peut devenir encore plus complexe, la stratégie de routage doit assurer une maintenance efficace de routes avec le moindre coût possible.

- Le temps de latence

La qualité des temps de latence et de chemins doit augmenter dans le cas où la connectivité du réseau augmente.

II.4. Classification des protocoles de routages

Vue la difficulté de routage dans les réseaux ad hoc, les stratégies existantes utilisent une variété de techniques afin de résoudre ce problème. Suivant ces techniques [2].

Plusieurs classifications sont apparues, parmi lesquelles nous allons citer :

II.4.1. Routage plat :

Le premier critère utilisé pour classier les protocoles de routage dans les réseaux ad hoc concerne le type de vision qu'ils ont du réseau et les rôles qu'ils accordent aux différents mobiles. Les protocoles de routage à plat considèrent que tous les nœuds sont égaux (FIG II.1). La décision d'un nœud de router des paquets pour un autre dépendra de sa position. Parmi les protocoles utilisant cette technique, on cite l'AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector).

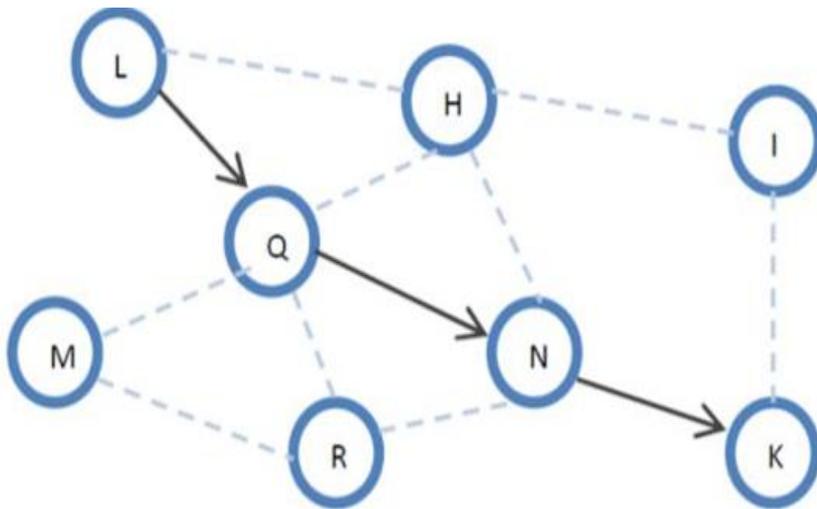


Figure II.1 : Routage plat.

II.4.2 Les protocoles de routage hiérarchique

Fonctionnent en confiant aux mobiles des rôles qui varient de l'un à l'autre. Certains nœuds sont élus et assument des fonctions particulières qui conduisent à une vision en plusieurs niveaux de la topologie du réseau. Par exemple, un mobile pourra servir de passerelle pour un certain nombre de nœuds qui se seront attachés à lui. Le routage en sera simplifié, puisqu'il se fera de passerelle à passerelle, jusqu'à celle directement attachée au destinataire. Un exemple est donné sur la figure (FIG II.2), Dans ce type de protocole, les passerelles supportent la majeure partie de la charge du routage (les mobiles qui s'y rattachent savent que si le destinataire n'est pas dans leur voisinage direct, il suffit d'envoyer à la passerelle qui se débrouillera) [7].

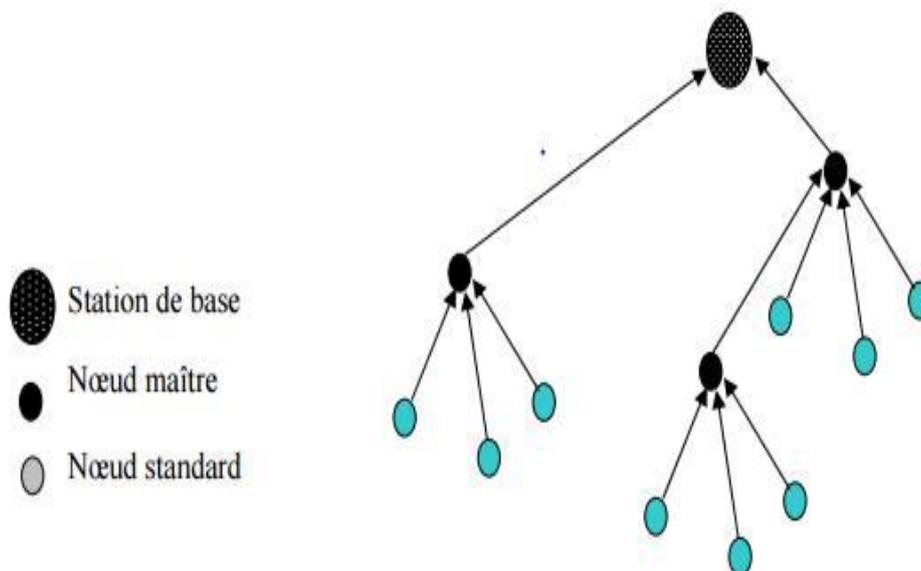


Figure II.2 : routage hiérarchique.

II.4.3. Le routage à la source et le routage saut par saut

II.4.3.1 Le routage à la source

Le routage à la source ou « source routing » consiste à indiquer dans le paquet routé l'intégralité du chemin que devra suivre le paquet pour atteindre sa destination. L'entête de paquet va donc contenir la liste des différents nœuds relayeur vers la destination. Le protocole le plus connu basant sur cette classe est : DSR3.

II.4.3.2 Le routage saut par saut

Le routage saut par saut ou «hop by hop» consiste à donner uniquement à un paquet l'adresse du prochain nœud vers la destination. AODV fait partie des protocoles qui utilisent cette technique.

II.4.4 Etat de lien et Vecteur de distance

II.4.4.1. La méthode à État de Liens (Link State)

Dans cette méthode, chaque nœud maintient sa propre vision de toute la topologie du réseau. La mise à jour de cette vision se fait par diffusion périodique (par inondation) des requêtes par chaque nœud déclarant l'état des liens de ses voisins à tous les nœuds du réseau. L'opération de mise à jour peut se faire aussi dans le cas de changement d'un état des liens. Une fois que la mise à jour est effectuée, chaque nœud change sa vision de la topologie en se basant sur l'image complète du réseau formé des liens les plus récents. Ensuite, il applique un algorithme de calcul de route optimale pour calculer la distance qui le sépare d'une destination donnée.

L'algorithme Dijkstra est un exemple des algorithmes les plus couramment appliqués dans le calcul de plus court chemin.

II.4.4.2 La méthode du Vecteur de Distances (Distance Vector)

Par contre dans cette méthode, chaque nœud diffuse à ses voisins sa vision des distances qui le séparent de tous les hôtes du réseau. Chaque nœud calcule le chemin le plus court vers n'importe quelle destination en se basant sur les informations reçues par tous ses voisins. Cette approche est basée sur l'algorithme distribué de Bellman Ford (BF) [3].

Le processus de calcul de plus court chemin se répète jusqu'à ce que le réseau atteigne un état stable.

Les protocoles de routage proactifs rassemblent les idées des deux approches précédentes, et essaient de les adapter pour les environnements mobiles en essayant de réduire ou d'éliminer leurs limitations tout en prenant en considération, les caractéristiques du nouvel environnement.

II.4.5 L'inondation

L'inondation ou la diffusion pure, consiste à répéter un message dans tous les réseaux. Un nœud qui initie l'inondation envoie le paquet à tous ses voisins directe, de même si un

nœud quelconque de réseau reçoit le paquet pour la première fois, il le rediffuse à tous les voisins, Ainsi de proche en proche le paquet inonde le réseau (Figure II.3) [7].

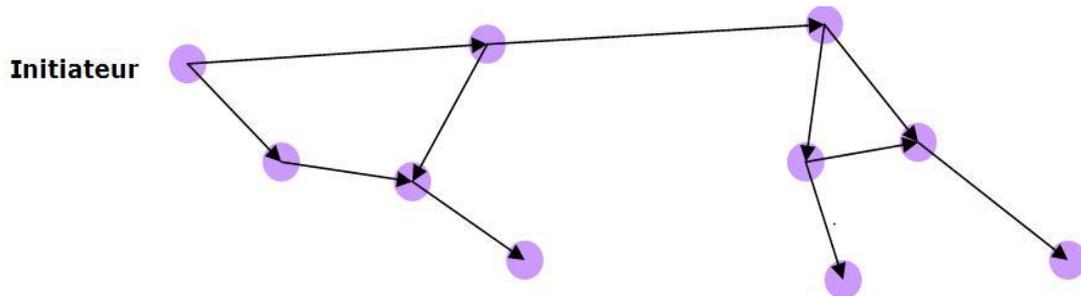


Figure II.3 : Le mécanisme d'inondation [7].

Notons que les nœuds peuvent être anciennes appliques (durant l'inondation) certain traitement de contrôle dans le but d'éviter certains problèmes, tel que le bouclage et la duplication des messages, Le mécanisme d'inondation est utilisé généralement dans la première phase du routage plus exactement dans la procédure de découverte des routes, et cela dans le cas où le nœud source ne connaît pas la localisation exacte de la destination.

II.4.6 Le concept de groupe

Dans la communication de groupe, les messages sont transmis à des entités abstraites ou groupes, les émetteurs n'ont pas besoin de connaître les membres du groupe destinataire. La gestion des membres d'un groupe permet à un élément de se joindre à un groupe, de quitter ce groupe, se déplacer ailleurs puis rejoindre le même groupe. C'est en ce sens que la communication de groupe assure une indépendance de la localisation, ce qui la rend parfaitement basée sur les groupe. Le concept de groupe facilite les tâches de la gestion du routage (telles que les transmissions des paquets, l'allocation de la bande passante etc.) et cela en décomposant le réseau en un ensemble de groupes connectés [7].

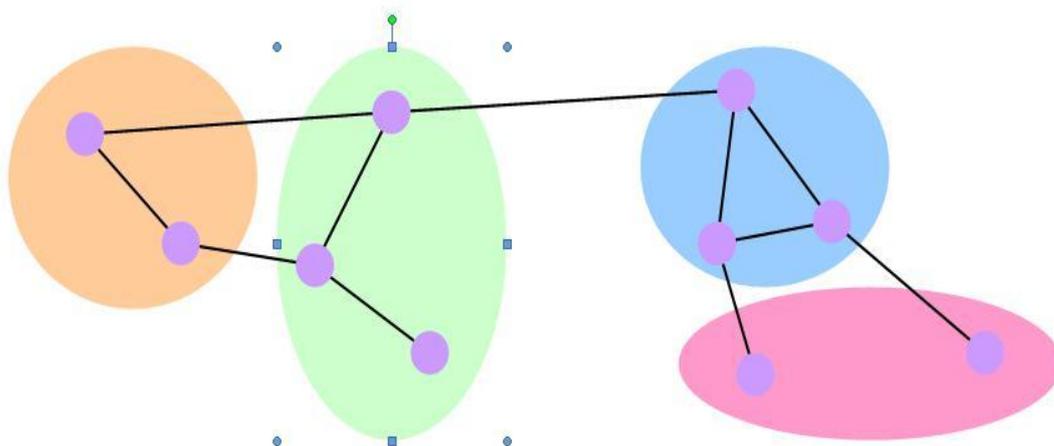


Figure II.4 : La décomposition du réseau en groupe [7].

II.5 Les principaux protocoles de routage développés pour les réseaux ad-hoc

Globalement, on distingue deux familles de protocoles de routage :

- Les protocoles de routage proactifs
- Les protocoles de routage réactifs

Il en existe bien d'autre mais cette sélection couvre les protocoles les plus classiques et les plus étudiés.

Entre ces deux familles, une nouvelle approche commence à émerger : il s'agit des protocoles dit « hybrides » qui s'inspirent à la fois des protocoles proactifs et des protocoles réactifs [1].

La présentation des protocoles de routage qui suit est loin d'être exhaustive.

II.5.1. Les protocoles de routage proactifs :

Les protocoles de routage proactifs pour les réseaux mobiles ad-hoc, sont basés sur la même philosophie des protocoles de routage utilisés dans les réseaux filaires conventionnels. Pour cela, nous allons examiner les deux principales méthodes utilisées dans le routage des réseaux filaires avant de présenter quelques protocoles de cette classe. Les deux principales méthodes utilisées sont la méthode *Etat de Lien* (*Link State*) et la méthode du *Vecteur de Distance* (*Distance Vector*).

- Destination Sequenced Distance Vector (*DSDV*)
- Wireless Routing Protocol (*WRP*)
- Global State Routing (*GSR*)
- Fisheye State Routing (*FSR*)
- Cluster-Gateway Swltchlng Routing (*CGSR*)
- Hlerarchical State Routing (*HSR*)
- Zone Based Hierarchical Link State (*ZHLS*)
- Distance Routlng Effect Aigorithm for Mobllity (*DREAM*).

II.5.2. Les protocoles de routage réactifs

Les protocoles de routage réactifs (dits aussi: protocoles de routage à la demande), représentent les protocoles les plus récents proposés dans le but d'assurer le service du routage dans les réseaux sans fils.

La majorité des solutions proposée pour résoudre le problème de routage dans les réseaux ad hoc, et qui sont évaluées actuellement par le groupe de travail MANET (Mobile Ad Hoc Networking working Groupe) de l'IETF (Internet Engineering Task Force), appartiennent à cette classe de protocoles de routage.

Les protocoles de routage appartenant à cette catégorie, créent et maintiennent les routes selon les besoins. Lorsque le réseau a besoin d'une route, une procédure de découverte globale de routes est lancée, et cela dans le but d'obtenir une information. Actuellement, dans le cas d'un protocole réactif, aucun message de contrôle ne charge le réseau pour des routes

Inutilisées ce qui permet de ne pas gaspiller les ressources du réseau. Mais la mise en place d'une route par inondation peut être coûteuse et provoquer des délais importants avant l'ouverture de la route et les retards dépassent bien souvent les délais moyens admis par les logiciels, aboutissant à une impossibilité de se connecter alors que le destinataire est bien là.

- Dynamic Source Routing (*DSR*).
- Ad Hoc On-Demand Distance Vector (*AODV*).
- Cluster Based Routing Protocol (*CBRP*).
- Lightweight Mobile Routing (*LMR*) (Le routage léger mobile).
- Temporally-Ordered Routing Algorithm (*TORA*).
- Associativity Based Routing (*ABR*).
- Signal Stability Routing (*SSR*).
- Location Aided Routing (*LAR*).
- Relative Distance Micro-discovery Ad hoc Routing (*RDMAR*).

II.4.3. Les protocoles de routage hybrides

Dans ce type de protocole, on peut garder la connaissance locale de la topologie jusqu'à un nombre prédéfini- a priori petit- de sauts par un échange périodique de trame de contrôle, autrement dit par une technique proactive. Les routes vers des nœuds plus lointains sont obtenues par schéma réactif, c'est-à-dire par l'utilisation de paquets de requête en diffusion.

Un exemple de protocoles appartenant à cette famille est le protocole **ZRP (Zone Routing Protocol)**. Le protocole hybride est un protocole qui se veut comme une solution mettant en commun les avantages des deux approches précédentes en utilisant une notion de découpe du réseau. Cependant, il rassemble toujours quelques inconvénients des deux approches proactives et réactives.

II.6 Classification

Les protocoles de routage pour les réseaux ad hoc peuvent être classés de différentes manières, décrit quelques critères adaptés dans cette classification [1].

Elle peut dépendre de :

- le principe de conception : proactif, réactif, ou hybride.
- la structure du réseau : qui peut être uniforme ou non uniforme.
- l'état des informations : obtenues par chaque nœud dans le réseau comme pour les Protocoles de routage orientés topologie ou les protocoles de routage orientés destination.

Le tableau II.1 décrit les types de classification des réseaux ad hoc

Type	Description
Uniformes	Tous les nœuds du réseau jouent le même rôle pour la fonction de routage.
Non uniformes	Une structure hiérarchique est donnée au réseau et que seuls certains nœuds assurent le routage.
Les protocoles sélection de voisins	Chaque nœud sous-traite la fonction de routage à un sous ensemble de ses voisins directs.
Les protocoles à partitionnement	Le réseau est découpé en zones dans lesquelles le routage est assuré par un unique nœud maître.
Les protocoles à orientés topologie	Chaque nœud utilise comme données l'état de ses connexions avec ses nœuds voisins ; cette information est ensuite transmise aux autres nœuds pour leur offrir une connaissance plus précise sur la topologie du réseau.
Les protocoles orientés destinations	Connus sous le nom de « Distance Vector » Protocoles, ils maintiennent pour chaque nœud destination une information sur le nombre de nœuds qui les en séparent (la distance) et éventuellement sur la première direction à emprunter pour y arriver.

Tableau II .1 : Types de classification des réseaux ad hoc.

La figure suivante représente une taxonomie des protocoles de routage pour les réseaux Ad hoc. Ces protocoles se différencient d'abord par le niveau d'implication des nœuds dans le routage

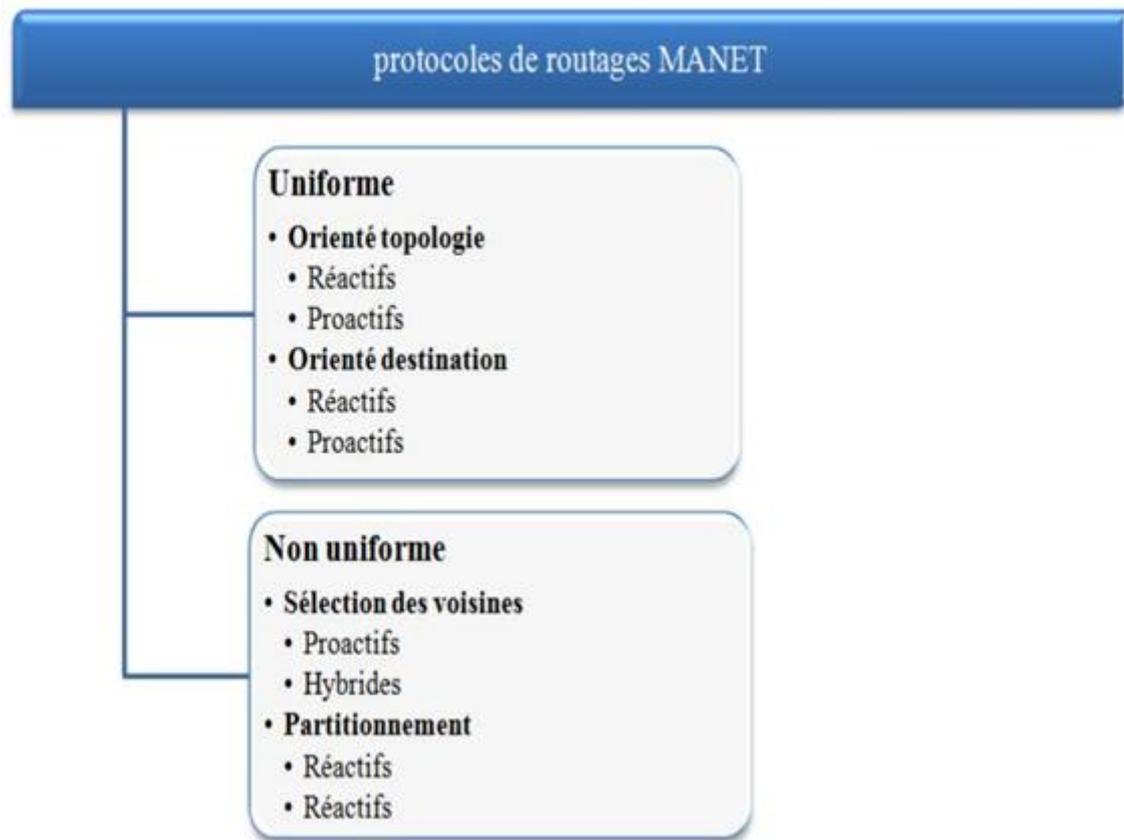


Figure II.5: Classification des protocoles de routage *MANET*

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté plusieurs protocoles de routage qui ont été proposés pour assurer le service de routage dans les réseaux mobiles ad hoc.

Assurer la connexion de tous les nœuds d'un réseau ad hoc est un problème très complexe à cause de la dynamique et l'évolution rapide de la topologie. Le but d'un protocole de routage est donc l'établissement de routes qui soient correctes et efficaces entre une paire quelconque d'unités.

Les protocoles proposés sont classés en trois catégories principales: les protocoles proactifs, les protocoles réactifs et les protocoles hybrides. Ces protocoles essaient de s'adapter aux contraintes imposées par les réseaux ad hoc, et cela en proposant une méthode qui soit de moindre coût en ressources. Et qui garantit la serviabilité du routage en cas de panne de liens ou de nœuds.



Chapitre III

Le protocole de routage DSDV

Introduction

Ces dernières années plusieurs protocoles de routage pour les réseaux ad hoc ont été développés, ces protocoles essaient de maximiser les performances en minimisant le délai de livraison des paquets, l'utilisation de la bande passante et la consommation d'énergie.

Dans ce chapitre nous allons présenter une classification du protocole de routage proactif DSDV, ainsi que le protocole réactif AODV et son principal fonctionnement et on va faire une brève comparaison entre ses deux protocoles.

III.1 Protocole de routage « DSDV »

III.1.1 Définition

DSDV est un protocole à vecteurs de distance basé sur l'algorithme distribué de Bellman-Ford avec quelques améliorations.

Chaque nœud maintient une table de routage qui contient une entrée pour chacun des autres nœuds du réseau, cette entrée contient les informations suivantes :

- Le nœud voisin à utiliser pour atteindre cette destination,
- Un numéro de séquence qui est envoyé par le nœud destinataire et qui permet de distinguer les nouvelles routes des anciennes,
- Le nombre de sauts (nœuds intermédiaires) pour atteindre cette destination.

Périodiquement chaque nœud dans le réseau diffuse par inondation un paquet de mise à jour des tables de routage qui inclue les destinations accessibles et le nombre de sauts exigés pour atteindre chaque destination avec le numéro de séquence lié à chaque route. Des paquets de mise à jour sont aussi diffusés immédiatement s'il y a un changement dans la topologie du réseau afin de propager les informations de routage aussi rapidement que possible [8].

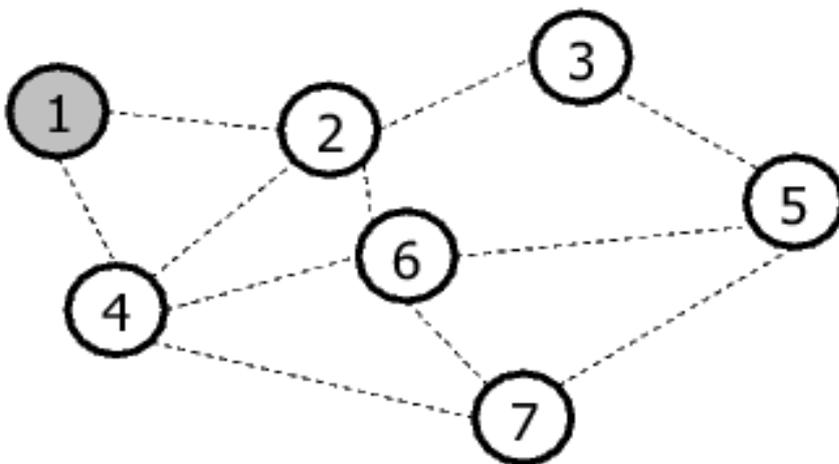


Figure III.1 : Exemple d'un réseau ad hoc.

A la réception d'un paquet de mise à jour, chaque nœud le compare avec les informations existantes dans sa table de routage. Les routes les plus récentes (qui ont le plus grand numéro de séquence) avec la distance la plus courte sont gardées, les autres sont simplement ignorées.

La figure III.1 illustre la topologie d'un réseau ad hoc à un instant donné et la table de routage correspondant au nœud (1) dans le protocole DSDV.

Destination	Prochain Saut	Distance	Numéro de Séquence
4	4	1	10
3	2	2	32
6	2	2	88
5	4	3	19
2	2	1	12
7	4	2	57

Tableau III.1: La table de routage du nœud (1) dans le protocole DSDV.

DSDV fournit à tout moment des routes valables vers toutes les destinations du réseau, mais l'inondation des paquets de mise à jour (périodique et en cas de changement de topologie) cause une charge de contrôle importante au réseau.

- Algorithme de processus DSDV Packet

1. Si la nouvelle adresse à un numéro de séquence plus élevé, le nœud choisit l'itinéraire Avec le numéro de séquence supérieur et supprime l'ancien numéro de séquence.
2. Si le numéro de séquence entrant est identique à celui qui appartient à l'existant Route, le coût le moins élevé est choisi.
3. Toutes les métriques choisies parmi les nouvelles informations de routage sont incrémentées.
4. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que tous les nœuds soient mis à jour. S'il y a duplique Paquets mis à jour, le noud considère garder celui avec la métrique le moins coûteuse Et se défause du reste [9].

Dans le cas d'un lien brisé, un coût de métrique avec un nouveau numéro de séquence (Incrémenté) lui est assigné pour s'assurer que le numéro de séquence de cette métrique Est toujours supérieur ou égal au numéro de séquence de ce nœud. **Figure III.2.**

Montre une table de routage pour le nœud 2, dont les voisins sont les nœuds 1, 3, 4 et 8. Les lignes pointillées n'indiquent aucune communication entre une paire correspondante de Nœuds. Par conséquent, le nœud 2 n'a pas d'informations sur le nœud 8

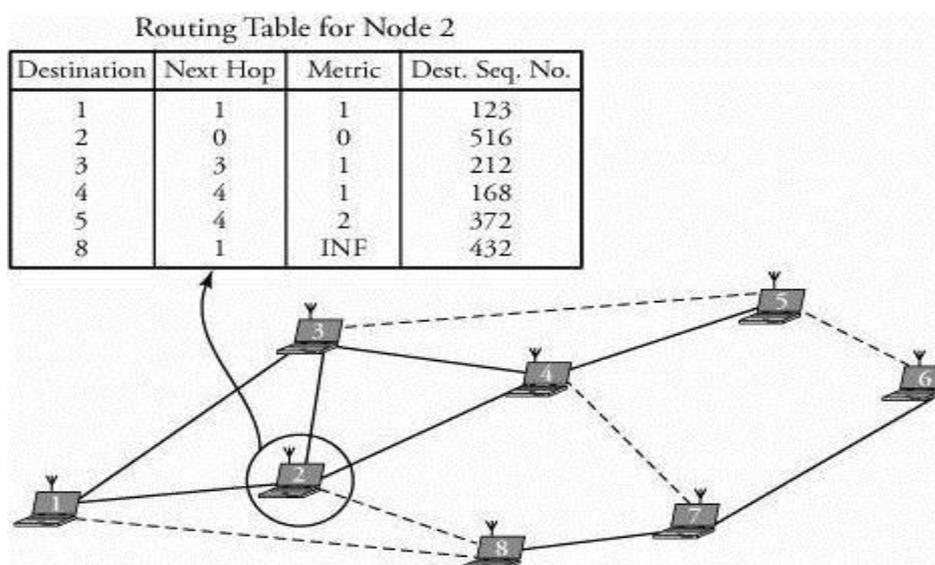


Figure III.2. Une table de routage DSDV

La surcharge du paquet du protocole DSDV augmente le nombre total de noeuds dans le réseau ad hoc. Ce fait rend DSDV adapté aux petits réseaux. Dans Les grands réseaux adhoc, le taux de mobilité et, par conséquent, Rendre le réseau instable au point que les paquets mis à jour pourraient ne pas atteindre Nœuds à l'heure

III.1.2. Mécanismes de création des routes

La table de routage de chaque nœud dans le protocole DSDV doit contenir la liste de toutes les destinations possibles ainsi que le nombre de hops pour les atteindre. Chaque route vers une destination est décrite par un numéro de séquence.

Comme le réseau est mobile, les changements de topologie doivent être pris en considération dans les tables de routage. Pour cela, chaque nœud doit transmettre de façon périodique à tous ses voisins l'information sur sa table de routage et, surtout, chaque nouvelle mise-à-jour de celle-ci.

Le processus de transmission des mises-à-jour est géré par le protocole DSDV de façon à apporter au nœud une connaissance quasiment continue de la topologie qui l'entoure. À chaque fois qu'un nœud détecte une nouvelle information sur la topologie (du fait d'un déplacement d'un nœud, nouvelle route vers une destination, nouveau numéro de séquence, ...), cette information est propagée après un certain délai. Ce délai est choisi comme décrit de telle façon à ne pas se précipiter pour propager cette information au cas où une meilleure mise-à-jour arrive juste après. De cette manière, le débit des mises-à-jour est limité.

Les paquets de mises-à-jour contiennent des informations sur l'adresse de la destination, le nombre de hops nécessaires pour l'atteindre, et le numéro de séquence de cette destination. Chaque nœud partage sa table de routage avec le réseau, où il inclut son numéro de séquence.

Comme les tables de routage pourraient dépasser la taille limite des paquets du Protocole, le protocole DSDV prévoit d'envoyer les tables de routage en plusieurs séquences. Les modifications à ces tables de routage sont envoyées sous forme de mises-à-jour [9].

III.1.3. Mécanismes de maintenance des routes

Un numéro de séquence d'une destination servira à sélectionner la meilleure route vers celle-ci. En effet, le numéro de séquence le plus récent détermine généralement la meilleure route. En effet, il faut que le nœud qui reçoit ce numéro de séquence tienne compte d'un certain délai d'attente avant d'adopter cette route pour cette destination. Le nombre de hops est utilisé pour sélectionner la meilleure route entre les routes ayant le même numéro de séquence pour la même destination.

Le numéro de séquence d'une destination peut servir à déterminer si la route est encore praticable ou pas. En effet, tous les numéros de séquences sont des chiffres pairs. Un nœud qui ne peut plus atteindre une destination, propage un nouveau numéro de séquence de celle-ci et qui est un chiffre impair. Ainsi, chaque nœud qui reçoit ce nouveau numéro de séquence pour cette destination conclut que cette route n'est plus valide et propage encore cette nouvelle mise-à-jour à ses voisins [10].

III.1.4 Caractéristiques supplémentaires

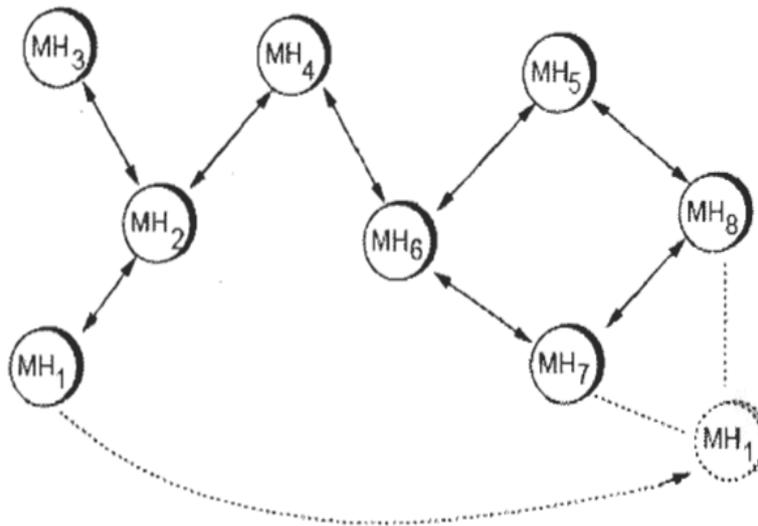


Figure III.3 : Exemple d'un scénario du protocole de routage DSDV [11].

La figure ci-dessus décrit le réseau vu par le nœud MH4. Pour cela, ce nœud doit garder une table de routage, comme décrite par le tableau ci-dessous.

Selon ce tableau, le nœud MH4 sauvegarde pour chaque destination (MH_i) le prochain hop, le nombre de hops nécessaires, le numéro de séquence de la destination, et le temps de la dernière mise-à-jour des informations sur la route vers ce numéro de séquence.

Le nœud MH4 doit propager sa table de routage à son voisinage en incluant seulement la destination, le nombre de hops et le numéro de séquence. .

Si le nœud MH1 bouge de sa position actuelle jusqu'à une autre position (selon la figure précédente, dans la région de MH7 et MH8) et comme les transmissions de mises-à-jour doivent se faire de façon périodique, le nœud MH4 pourra détecter que la route vers MH1 n'est plus valide. En recevant un nouveau numéro de séquence, MH4 remet à jour sa table de routage et la transmet à son voisinage [11].

Destination	Prochain hop	Nb. hops	Num. séq.	Temps d'installation
MH1	MH2	2	S406_MH1	T001_MH4
MH2	MH2	1	S128_MH2	T001_MH4
MH3	MH2	2	S564_MH3	T001_MH4
MH4	MH4	0	S710_MH4	T001_MH4
MH5	MH6	2	S392_MH5	T002_MH4
MH6	MH6	1	S076_MH6	T001_MH4
MH7	MH6	2	S128_MH7	T002_MH4
MH8	MH6	3	S050_MH8	T002_MH4

Tableau III.2 : Table de routage DSDV sauvegardée dans un nœud [11].

III.1.5 Influence

Alors que le DSDV lui-même ne semble pas être très utilisé aujourd'hui, d'autres protocoles ont utilisé des techniques similaires. Le protocole de routage vectoriel à distance séquentielle le plus connu est AODV, qui, en vertu d'un protocole réactif, peut utiliser des heuristiques de séquençage plus simple. Babel tente de rendre DSDV plus robuste, plus efficace et plus largement applicable tout en restant dans le cadre de protocoles proactifs.

III.1.6 Entête

L'en-tête de message DSDV « Dsdv Header » est de 32 bites de large, avec la taille d'en-tête totale de 12 octets, comme le montre la figure III. 3, Les champs dans l'en-tête DSDV sont l'adresse IP du nœud, Le nombre de sauts requis pour atteindre ce nœud et son dernier Numéro de séquence connu. Les deux derniers sont de 32 bits dans notre mise en œuvre pour fournir l'alignement des mots et la simulation faible de réseaux très importants [12].

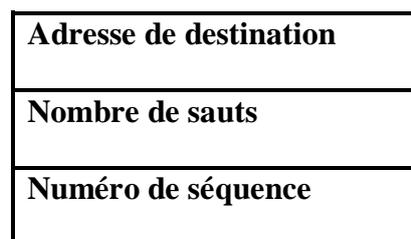


Figure III.4 : En-tête de message DSDV

DSDV est encapsulé dans « User Datagram Protocol » (UDP) Segments qui sont ensuite encapsulés dans des paquets IP, comme indiqué à la figure III.4



Figure III.5 : Encapsulation d'en-tête DSDV.

III.2. Le protocole de routage AODV

III.2.1. Définition AODV

Un protocole de routage destiné aux réseaux mobiles (réseau ad hoc) c'est un protocole de routage réactif, basé sur le principe des vecteurs de distance. Il est à la fois capable de routage unicast et multicast. Il est libre de boucle, auto-démarrant et s'accommode d'un grand nombre de nœuds mobiles (ou intermittents). Lorsqu'un nœud source demande une route, il crée les routes à la volée et les maintient tant que la source en a besoin. Pour les groupes multicast, AODV construit une arborescence [13].

Ce protocole de routage est peu gourmand en énergie et ne nécessite pas de grande puissance de calcul, il est donc facile à installer sur de petits équipements mobiles.

III.2.2 Table de routage et paquets de contrôle

Le protocole « Routage avec Vecteur de Distance à la Demande » (AODV : Ad hoc Ondemand Distance Vector), représente essentiellement une amélioration de l'algorithme proactif DSDV. Le protocole AODV, réduit le nombre de diffusions de messages, et cela en créant les routes lors du besoin, contrairement au DSDV, qui maintient la totalité des routes. L'AODV est basé sur l'utilisation des deux mécanismes « Découverte de route » et « Maintenance de route », en plus du routage nœud-par-nœud, le principe des numéros de séquence et l'échange périodique du DSDV.

L'AODV utilise les principes des numéros de séquence à fin de maintenir la consistance des informations de routage. A cause de la mobilité des nœuds dans les réseaux ad hoc, les routes changent fréquemment ce qui fait que les routes maintenues par certains nœuds, deviennent invalides. Les numéros de séquence permettent d'utiliser les routes les plus nouvelles ou autrement dit les plus fraîches (fresh routes). L'AODV utilise une requête de route dans le but de créer un chemin vers une certaine destination. Cependant, l'AODV maintient les chemins d'une façon distribuée en gardant une table de routage, au niveau de chaque nœud de transit appartenant au chemin cherché. Une entrée de la table de routage contient essentiellement :

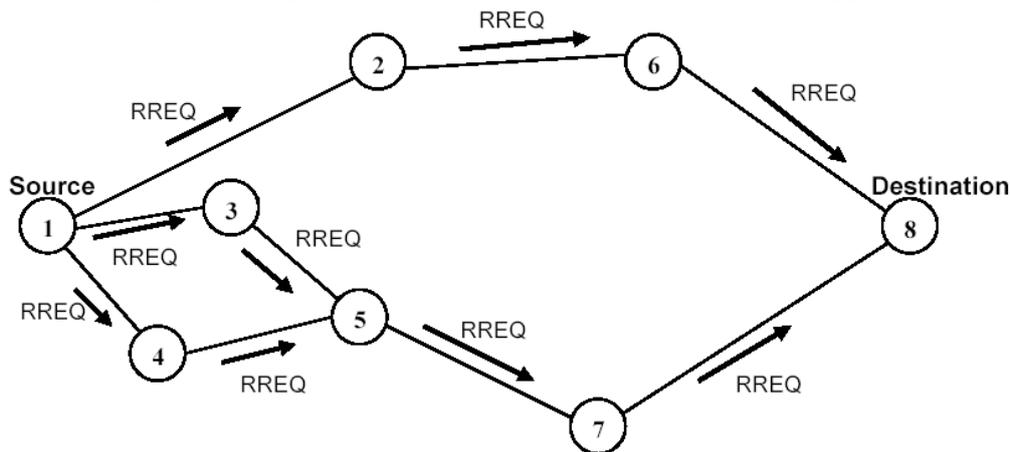
- L'adresse de la destination.
- Le nœud suivant.
- La distance en nombre de nœud (i.e. le nombre de nœud nécessaire pour atteindre la destination).
- Le numéro de séquence destination qui garantit qu'aucune boucle ne peut se former.
- Liste des voisins actifs (origine ou relais d'au moins un paquet pour la destination pendant un temps donné).
- Le temps d'expiration de l'entrée de la table (temps au bout duquel l'entrée est invalidée).
- Un tampon de requête afin qu'une seule réponse soit envoyée par requête. A chaque utilisation d'une entrée, son temps d'expiration est remis à jour (temps courant + active route time).

III.2.3 Fonctionnement

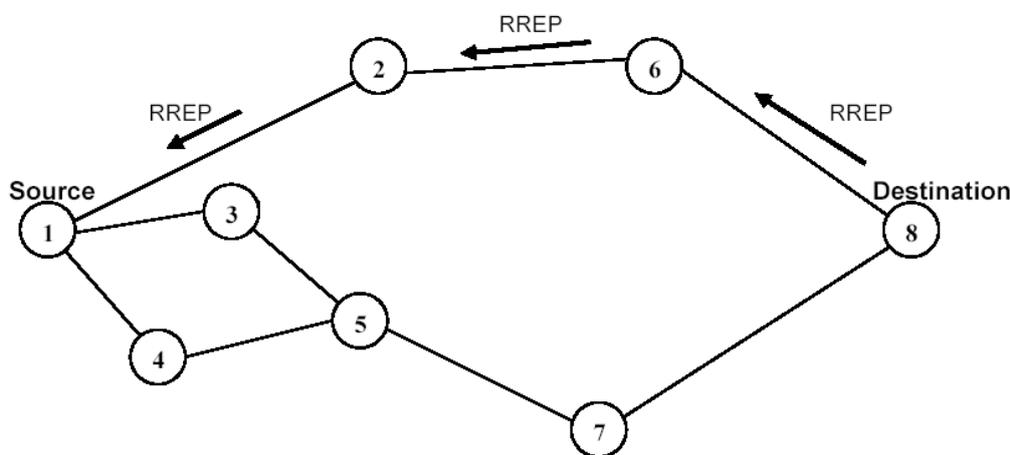
Un nœud diffuse une requête de route (RREQ : Route REQuest) dans le cas où il aurait besoin de connaître une route vers une certaine destination et qu'une telle route ne serait pas disponible. Cela peut arriver si la destination n'est pas connue au préalable, ou si le chemin existant vers la destination est devenu défaillant (i.e. la métrique qui lui est associée est infinie). Le champ numéro de séquence destination du paquet RREQ contient la dernière valeur connue du numéro de séquence associé au nœud destination, cette valeur est recopiée de la table de routage.

Si le numéro de séquence n'est pas connu, la valeur nulle sera prise par défaut. Le numéro de séquence source du paquet RREQ contient la valeur du numéro de séquence du nœud source. Comme nous avons déjà dit, après la diffusion du RREQ, la source attend le paquet réponse de route (RREP : Route REPLY). Si ce dernier n'est pas reçu pendant une certaine période (appelée RREP_WAIT_TIME), la source peut rediffuser une nouvelle requête RREQ. A chaque nouvelle diffusion, le champ Broadcast ID du paquet RREQ est

incrémenté. Si la requête RREQ est rediffusée un certain nombre de fois (RREQ_RETRIES) sans la réception de réponse, un message d'erreur est délivré à l'application [14].



(a) La propagation du paquet RREQ



(b) Le chemin pris par RREP

Figure III.6 : Les deux requêtes RREQ et RREP utilisées dans le protocole AODV.

III.2.4. Maintenance des routes

Afin de maintenir des routes consistantes, une transmission périodique du message « HELLO » (qui est un RREP avec un TTL de 1) est effectuée. Si trois messages « HELLO » ne sont pas reçus consécutivement à partir d'un nœud voisin, le lien en question est considéré défaillant. Les défaillances des liens sont, généralement, dues à la mobilité du réseau ad hoc. Les mouvements des nœuds qui ne participent pas dans le chemin actif, n'affectent pas la consistance des données de routage. Quand un lien, reliant un nœud p avec le nœud qui le suit dans le chemin de routage, devient défaillant, le nœud p diffuse un paquet UNSOLICITED RREP, avec une valeur de numéro de séquence égale à l'ancienne valeur du paquet RREP incrémentée d'une, et une valeur infinie de la distance. Le paquet UNSOLICITED RREP est diffusé aux voisins actifs, jusqu'à ce qu'il arrive à la source. Une fois le paquet est reçu, la source peut initier le processus de la découverte de routes.

L'AODV maintient les adresses des voisins à travers lesquels les paquets destinés à un certain nœud arrivent. Un voisin est considéré actif, pour une destination donnée, s'il délivre au moins un paquet de données sans dépasser une certaine période (appelée active timeout période). Une entrée de la table du routage est active, si elle est utilisée par un voisin actif. Le chemin reliant la source et la destination en passant par les entrées actives des tables

de routage, est dit un chemin actif. Dans le cas de défaillances de liens, toutes les entrées des tables de routage participantes dans le chemin actif et qui sont concernées par la défaillance sont supprimées. Cela est accompli par la diffusion d'un message d'erreur entre les nœuds actifs [14].

III.3 comparaison des deux protocoles (DSDV, AODV)

Le tableau suivant présente la différence entre le protocole proactif DSDV et le protocole réactif AODV :

Protocole	Avantages	Inconvénients
DSDV	<ul style="list-style-type: none"> • Il élimine les deux problèmes de boucle de routage "routing loop", et celui du "counting to infinity". • utilise une mise à jour périodique et basée sur les événements 	<ul style="list-style-type: none"> • Dans ce protocole, une unité mobile doit attendre jusqu'à ce qu'elle reçoive la prochaine mise à jour initiée par la destination, afin de mettre à jour l'entrée associée à cette destination, dans la table de distance. Ce qui fait que le DSDV est lent. • Il cause un contrôle excessif dans la communication.
AODV	<ul style="list-style-type: none"> • Il utilise un numéro de séquence dans les messages. • Rappel de l'adresse IP du nœud origine dans chaque message. 	<ul style="list-style-type: none"> • Il n'existe pas de format générique des messages. Chaque message a son propre format : RREQ, RREP, RERR.

Tableau III.3 : une comparaison des deux protocoles (DSDV, AODV).

Conclusion

Dans ce chapitre en Avant étudier les deux protocoles de routage DSDV et AODV dans les réseaux ad-hoc. Nous avons décrit leurs principales caractéristiques et fonctionnalités afin de comprendre les stratégies utilisées dans l'acheminement des données entre les différentes unités mobiles.

Dans ce qui suit nous allons présenter la simulation de ses derniers protocoles avec le résultat obtenue.



Chapitre IV

Simulations et implémentation

Introduction

Face à la complexité des réseaux de communication, la simulation a été et resté toujours l'outil privilégié pour évaluer les performances de réseau et étudier le comportement des protocoles. Nous pouvons facilement modifier les conditions de fonctionnement du réseau et comparer les mesures d'intérêt d'un scénario à un autre.

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats de simulation pour ce type de réseau. Nous avons choisi le routage comme un outil de comparaison entre les deux réseaux, puis nous avons choisi les métriques de performances (la bande passante) comme outil de comparaison entre les deux protocoles de routage (**DSDV**, **AODV**).

IV.1 Les différents simulateurs réseau

Il existe plusieurs simulateurs de modèles de nœuds ou de réseaux virtuels. Nous allons présenter et étudier les plus connus et les plus utilisés.

IV.1.1 Network Simulator NS2

Est un simulateur à événements discrets orienté objet, écrit en C++ avec une interface qui utilise le langage OTcl (Object Tool Command Language). A travers ces deux langages il est possible de modéliser tout type de réseau et de décrire les conditions de simulation : La topologie réseau, le type du trafic qui circule, les protocoles utilisés, les communications qui ont lieu...etc. Le langage C++ sert à décrire le fonctionnement interne des composants de la simulation. Quant au langage OTcl, il fournit un moyen flexible et puissant de contrôle de la simulation comme le déclenchement d'événements, la configuration du réseau, la collecte de statistiques, etc. NS2 ne possède nativement aucune interface graphique. Ainsi, toutes les simulations sont réalisées en ligne de commande. Par ailleurs, grâce à l'extension ".nam" (Network Animator), on peut visualiser les résultats d'une simulation une fois achevée. L'un des modèles de nœuds mobile sous NS2 est présenté dans la figure IV.1 [13]

Les utilisateurs peuvent proposer des améliorations sur chacun des modules qui composent le modèle de nœuds dans la figure IV.1. Une nouvelle version du simulateur Network Simulator, nommée NS3 a été développée depuis 2014.

I

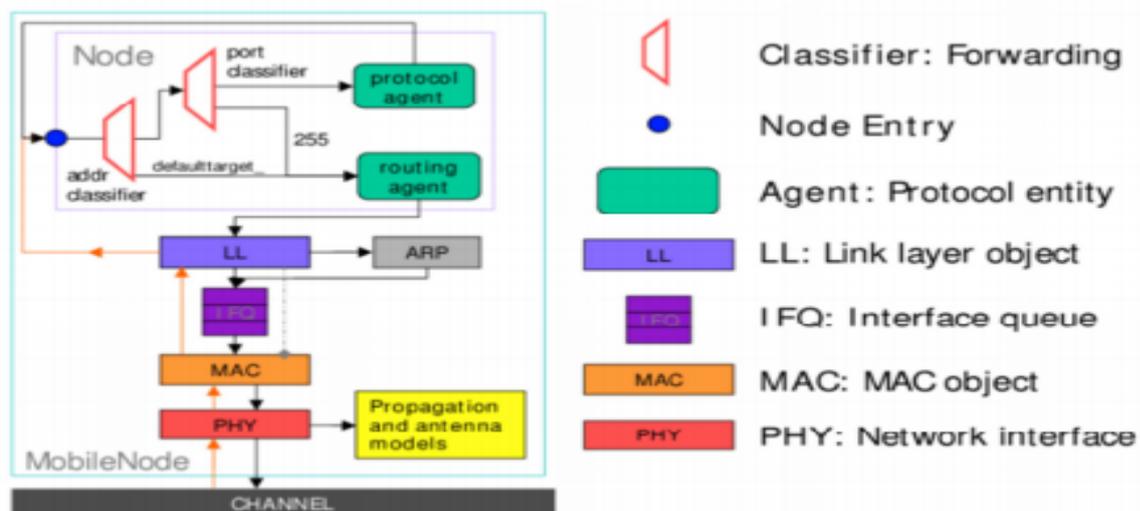


Figure IV.1: Modèle de nœuds mobile sous NS2 [14].

IV.1.2 OMNET++

OMNET ++ est un environnement de simulation open source. Ce simulateur offre une interface graphique solide, et un noyau de simulation intégré. Il a principalement pour but de simuler des communications réseaux mais aussi des systèmes des technologies de l'information. En effet, grâce à son architecture de base flexible, il est capable de simuler des architectures matérielles. C'est ainsi que cette plateforme est devenue connue non seulement au sein de la communauté scientifique mais aussi dans le monde industriel. Et c'est grâce à cette architecture modulaire qu'il est plus facile d'y implémenter de nouveaux protocoles. Le simulateur OMNET fournit à la fois l'estimation de l'énergie consommée dans l'unité de communication et dans l'unité de traitement.[13]

IV.1.3 OPNET

Le simulateur OPNET est développé avec le langage C++. C'est un simulateur de réseau basé sur une interface graphique intuitive. Sa prise en main et son utilisation est relativement aisée. Le simulateur OPNET dispose de trois niveaux de domaine hiérarchique, respectivement de niveau plus haut au niveau plus bas : « network domain », « node domain » et « process domain ». La simulation sous OPNET fournit en standard une liste d'implémentations de routeurs, de stations de travail, de Switch, etc. L'utilisateur peut construire un modèle de réseau en utilisant les modèles de nœuds prédéfinis et fournis par la librairie d'OPNET. Autrement, l'utilisateur peut définir lui-même le modèle des liens, le modèle de nœud en tant que routeur ou hôte, etc. Ce simulateur n'est gratuit que pour les Universités.[13]

IV.1.4 GloMoSim

Permet la simulation d'environnement à grande échelle pour des réseaux sans fil et filaires. Il a été développé selon les capacités du langage Parsec. Il est capable de simuler un réseau purement sans fil, avec tous les protocoles de routage que cela implique (AODV, DSR, algorithme de Bellman-Ford (routage par vecteur de distance), ODMRP, WRP, FSR, ...). A l'avenir, des nouvelles versions pourront simuler à la fois un réseau filaire et un réseau hybride (filaire et sans fil). La plupart des systèmes réseaux de GloMoSim sont construits en utilisant une approche basée sur l'architecture à sept couches du modèle OSI. De plus, l'intégration de modules supplémentaires ne nécessite pas la compréhension du fonctionnement du noyau. L'utilisation précise de Parsec s'avère suffisante. GloMoSim est un simulateur caractérisé par une grande portabilité (Sun Solaris, Linux, Windows) et sa licence est gratuite pour les universitaires. Cependant, le simulateur GloMoSim ne modélise pas la consommation d'énergie au niveau des nœuds. [13]

IV.1.5 Le simulateur J-Sim

Permet de simuler des réseaux de l'ordre de 1000 nœuds. Le simulateur utilise deux langages, Java et TCL, quasi indifféremment. L'architecture et le code sont suffisamment bien structurés pour une prise en main relativement rapide. De plus il permet d'utiliser n'importe quelle application Java en tant que générateur de trafic. Par ailleurs, 802.11 est la seule norme modélisée dans J-Sim, notamment au niveau couche MAC. De plus, il est difficilement maniable. [13]

IV.1.6 Le simulateur SENS

Considère la consommation d'énergie liée à l'acquisition des données environnementales. Le modèle d'environnement, avec lequel les nœuds capteurs interagissent, est fortement considéré dans ce simulateur. Les protocoles MAC et routage ne sont pas modifiables dans le simulateur SENS. De plus, les applications que l'on peut simuler sont limitées.[13]

IV.1.7 PAWiS

Est un environnement de modélisation pour le simulateur OMNET++. Il modélise la puissance consommée par les unités de traitement sur chaque nœud. Le canal de communication est également modélisé de façon à pouvoir prendre en compte les bruits, les interférences et la perte de puissance de signal. Plusieurs méthodes d'accès au canal sont également fournies avec PAWiS. En outre, PAWiS n'est qu'un environnement de modélisation et son utilisation doit être maintenue dans le simulateur OMNET++.[13]

IV.1.8 Le simulateur SENSE

A été développé pour simuler des réseaux de grande taille. Il permet de simuler la consommation des différents composants du nœud. Il intègre deux modèles de la couche MAC. Par ailleurs, ce simulateur est difficile à manipuler. De plus, les modèles de propagation radio et de capture de données environnementales ne sont pas implémentés dans ce simulateur.[13]

IV.1.9 Un autre simulateur "IDEA1"

Est proposé dans, il permet l'exploration de l'espace de conception. L'architecture des nœuds dans IDEA1 est définie avec un bas niveau d'abstraction comme celle dans NS3 qui est une extension de NS2.

Après avoir étudié les environnements de simulation réseaux les plus utilisés nous avons choisi le simulateur NS2 afin d'implémenter et analyser notre protocole.[13]

IV.2 Présentation de network simulator

NS est un outil logiciel de simulation de réseaux informatiques. Il est essentiellement élaboré avec les idées de la conception par objets, de la réutilisation du code et de modularité. Il est aujourd'hui un standard de référence en ce domaine, plusieurs laboratoires de recherche recommandent son utilisation pour tester les nouveaux protocoles [15].

Le simulateur NS actuel est particulièrement bien adapté aux réseaux à commutation de paquets et à la réalisation de simulations de grande taille (le test du passage à l'échelle). Il contient les fonctionnalités nécessaires à l'étude des algorithmes de routage unicast ou multicast, des protocoles de transport, de session, de réservation, des services intégrés, des protocoles d'application comme FTP. A titre d'exemple la liste des principaux composants actuellement disponibles dans NS par catégorie est :

- Application : Web, ftp, telnet, générateur de trafic (CBR...);
- Transport : TCP, UDP, RTP, SRM;
- Routage unicast : Statique, dynamique (vecteur distance);
- Routage multicast : DVMRP, PIM;
- Gestion de file d'attente : RED, DropTail, Token bucket.

IV.2.1. Le choix de NS2

NS-2 est utilisé sous un environnement Linux. Certains membres de l'équipe utilisent Cygwin pour utiliser NS-2 sous Windows. Le logiciel doit donc être compatible avec Unix et Windows. Le choix s'est donc porté sur Java. Ce langage en plus d'être multiplateforme dispose de nombreuses API répondant à nos besoins. La partie principale de l'application est la création graphique de la topologie. L'ergonomie étant très importante, l'utilisation d'un module graphique complet est nécessaire. L'API JGraph présente ces caractéristiques. Ce composant permet de créer des diagrammes, des graphes à état, ou toute sorte de graphe basé sur des principes de nœuds et de liens. De plus les entités peuvent prendre n'importe quelle forme à fin de correspondre aux besoins du développeur. Cette API dispose de fonctions de sauvegarde qui ne seront pas utilisées puisque le logiciel a besoin de stocker d'autres informations propres à chaque entité. Pour la gestion des sauvegardes de graphes ainsi que des sauvegardes de configuration le choix s'est porté sur l'utilisation d'Extensible Markup Language (XML). L'API retenue pour cette tâche est JDom, car cette API propose une interface d'exploitation simple. [15]

IV.2.2 TCL-OTCL

TCL est un langage conçu pour une utilisation par un développeur de l'application qui peut être participé à travers une demande ou pourrait être utilisé par une application de diverses manières, par exemple, pour permettre à un utilisateur de fournir une initialisation personnalisée pour l'application.

L'OTCL est un TCL avec les extensions orientées objet. NS2 utilise otcl pour le programmeur de simulation pour créer les objets de réseau dans la mémoire et d'insérer des événements initiaux dans la file d'attente de l'événement. [15]

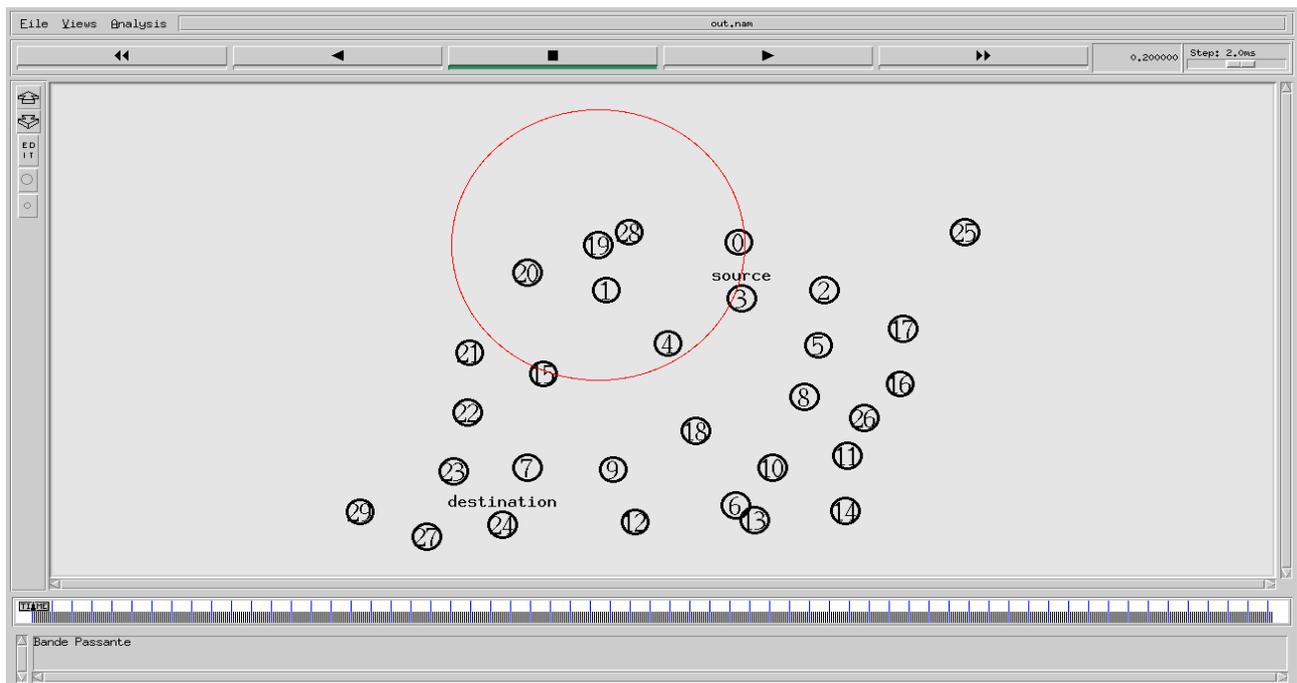


Figure IV.2 : Exemple de la capture simulation de l'outil NAM de l'exécution du fichier TCL (protocole dsdv).

IV.2.3 L'outil de +visualisation NAM

NS-2 ne permet pas de visualiser le résultat des expérimentations. Il permet uniquement de stocker une trace de la simulation, de sorte qu'elle puisse être exploitée par un autre logiciel, comme NAM.

NAM est un outil de visualisation qui présente deux intérêts principaux : représenter la topologie d'un réseau décrit avec NS-2, et afficher temporellement les résultats d'une trace d'exécution NS-2. Par exemple, il est capable de représenter des paquets TCP ou UDP, la rupture d'un lien entre nœuds, ou encore de représenter les paquets rejetés d'une file d'attente pleine. Ce logiciel est souvent appelé directement depuis les scripts TCL pour NS-2, pour visualiser directement le résultat de la simulation.[15]

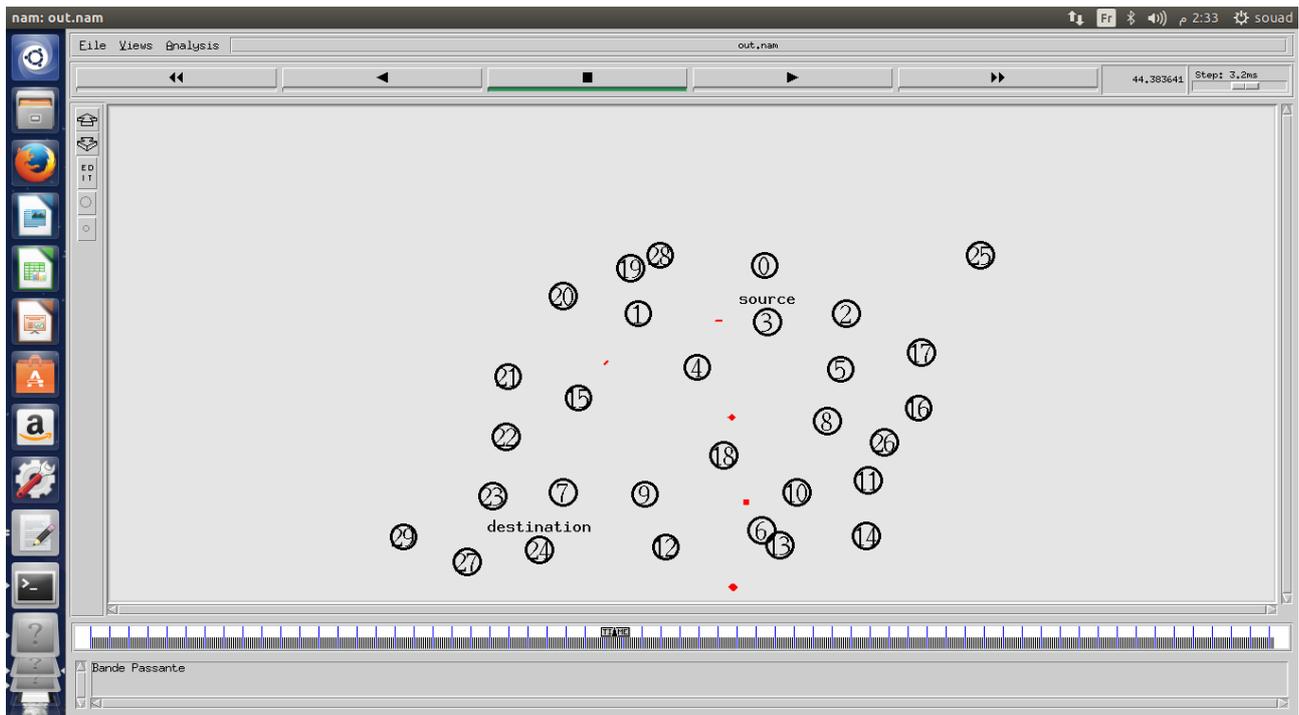


Figure IV.3 : Montage réseau avec les flux de communication visualisés avec le NAM pour le protocole dsdv.

IV.2.4 Xgraphe

Xgraph est une application qui inclut le traçage interactif et graphique, animation et dérivatives, de portabilité et de corrections de bugs. Donc, pour tracer les caractéristiques des paramètres NS2 comme le débit, la fin d'un retard de la fin, les paquets d'informations, etc peut être tracée en utilisant xgraph. Le fichier xgraph affiche les informations à propos de la surcharge avec la taille du réseau. Les frais généraux sont comparé avec quatre protocoles de routage comme AODV, DSR, DSDV etc. Les valeurs sont prises à partir des divers fichiers de trace.[15]

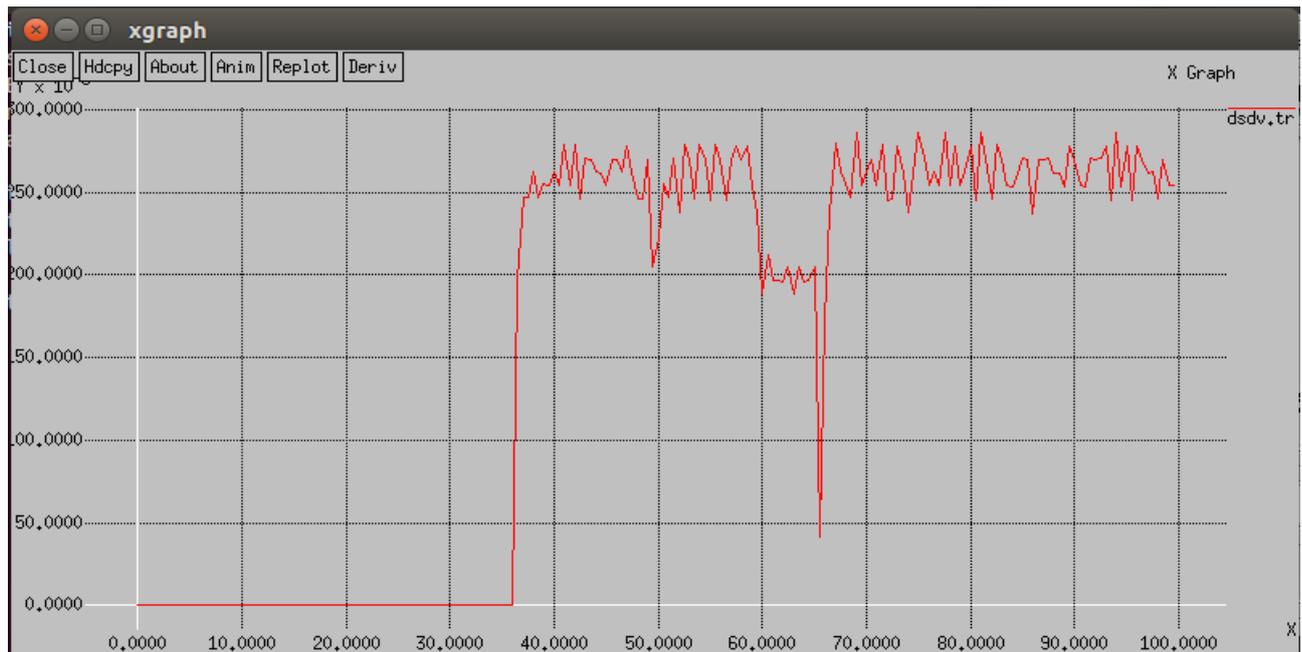


Figure IV.4: Exemple d'un Graphe (le protocole DSDV).

IV.2.5. Avantages

- Observations des états des systèmes.
- Etudes des points de fonctionnement d'un système.
- Etudes de systèmes à échelle de temps variable.
- Etudes de l'impact des variables sur les performances du système.
- Etude d'un système sans les contraintes matérielles.

IV.2.6. Inconvénients

- La conception de modèles peut nécessiter des compétences spéciales.
- Une autre forme d'analyse plus proche de la réalité est peut être nécessaire.
- Résultats difficilement interprétables.
- Résultats pas forcément généralisable.
- Résultats sont en fonction des entrées du système.

IV.3. La simulation

IV.3.1. Objectifs

Le but principal de notre simulation est la comparaison entre les réseaux de capteurs (**WSN** et **VSN**), qui consiste à mesurer les paramètres de performances (la bande passante) pour les deux protocoles de routage (**AODV**, **DSDV**), en jouant sur certain propriétés du réseau tel que la mobilité des nœuds, la distance et le nombre de nœud.

IV.3.2. Présentation de la méthodologie

Pour les protocoles de routage, le simulateur **NS** supporte quatre protocoles dont trois sont réactifs (**AODV**, **DSR**, **TORA**), et un proactif (**DSDV**). Parmi les protocoles qu'ils nous intéressent, l'algorithme **AODV** et l'algorithme **DSDV**.

IV.4 Simulation et évaluation des performances

Nous nous sommes intéressés à comparer les deux protocoles **AODV** et **DSDV** en mesurant la métrique de performance suivante :

- **Débit garanti (Bande passante)**

C'est la capacité de transmission des données. Il représente le taux de transfert des données maximum entre deux nœuds terminaux dans un réseau. Avec une bande passante énorme, on peut transférer une grande quantité des données.

IV.5. Scénarios de simulation

Nous avons simulé deux types de protocole le protocole proactif DSDV et le protocole réactif AODV, en va montrer le résultat de leur comparaisons.

IV.5.1 Simulation 1 : Etude par rapport au nombre de nœuds

Dans cette simulation, le nombre de nœuds varie (cas 1 : 17 nœud et cas2 : 30 nœud) :
Le tableau IV.1 illustre les constantes utilisées pour cette simulation :

Paramètres	Valeur
Type Channel	Wirelesschannel
Modèle de propagation radio	TowRayGround
Couche MAC	802.11
Trafic d'application	CBR
Dimension de la topographie	1100*700
Nombre de nœud	17-30
Protocole de routage	DSDV/AODV
Paramètre simulé	Débit

Tableau IV.1: Paramètre de simulation pour la simulation 1.



Figure IV.5 : Débit en fonction de nombre de nœud (17 nœud).

La figure IV.5 ici on a une topologie à 17 nœuds fixe, le résultat de la simulation montre que le débit moyen est presque le même pour les deux protocole.

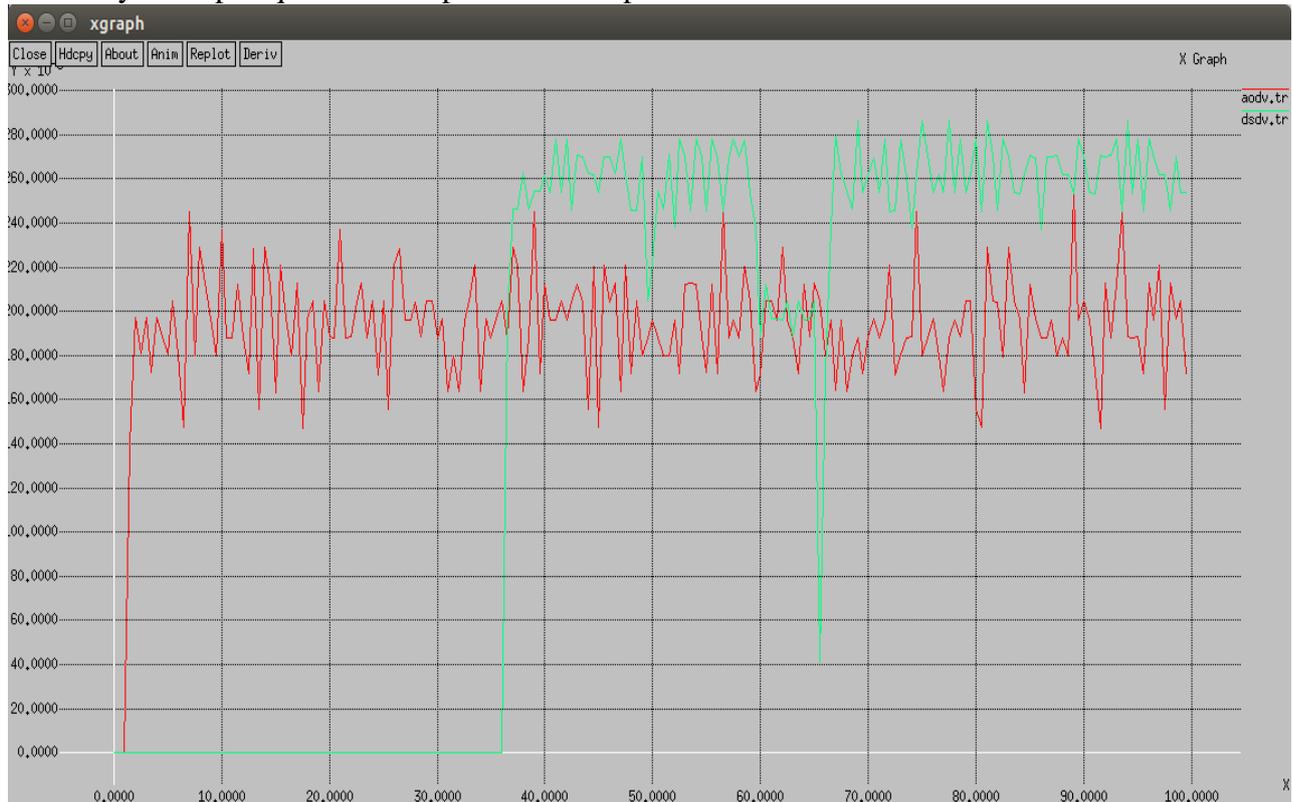


Figure IV.6: Débit en fonction de nombre de nœud (30nœud).

La figure IV.6 dans ce graphe on augmente la densité du réseau à 30 nœuds fixe, ici on remarque que DSDV est plus tolérant à la densité du réseau, ceci revient à la nature proactive de DSDV, la connaissance ultérieure des chemins lui à donner un avantage par rapport à AODV qui est un protocole réactifs (la découverte des chemins se fait à la demande).

IV.5.2 Simulation 2 : Etude par rapport à la distance entre l'émetteur et le récepteur

Nous allons faire une simulation par rapport à la distance entre l'émetteur et le récepteur et pour cela en à deux cas :

Paramètres	Valeur
Type Channel	Wirelesschannel
Modèle de propagation radio	TowRayGround
Couche MAC	802.11
Trafic d'application	CBR
Dimension de la topographie	1100*700
Nombre de nœud	17-30

Protocole de routage	DSDV/AODV
Paramètre simulé	Débit

Tableau IV.3 : paramètre de simulation de la simulation 2.

- **Premier cas** : petite distance.



Figure IV.7 : Petite distance entre l'émetteur et le récepteur.

La figure IV.7 montre une comparaison entre les deux protocoles (dsv, aodv) par rapport à la distance (petite distance) entre l'émetteur et le récepteur. Au début de la simulation le débit du protocole AODV est très élevé par rapport au DSDV car le protocole DSDV attend la création de sa table de routage mais une fois créée d'après le graphe le débit est presque le même débit.

- **Deuxième cas** : grande distance.

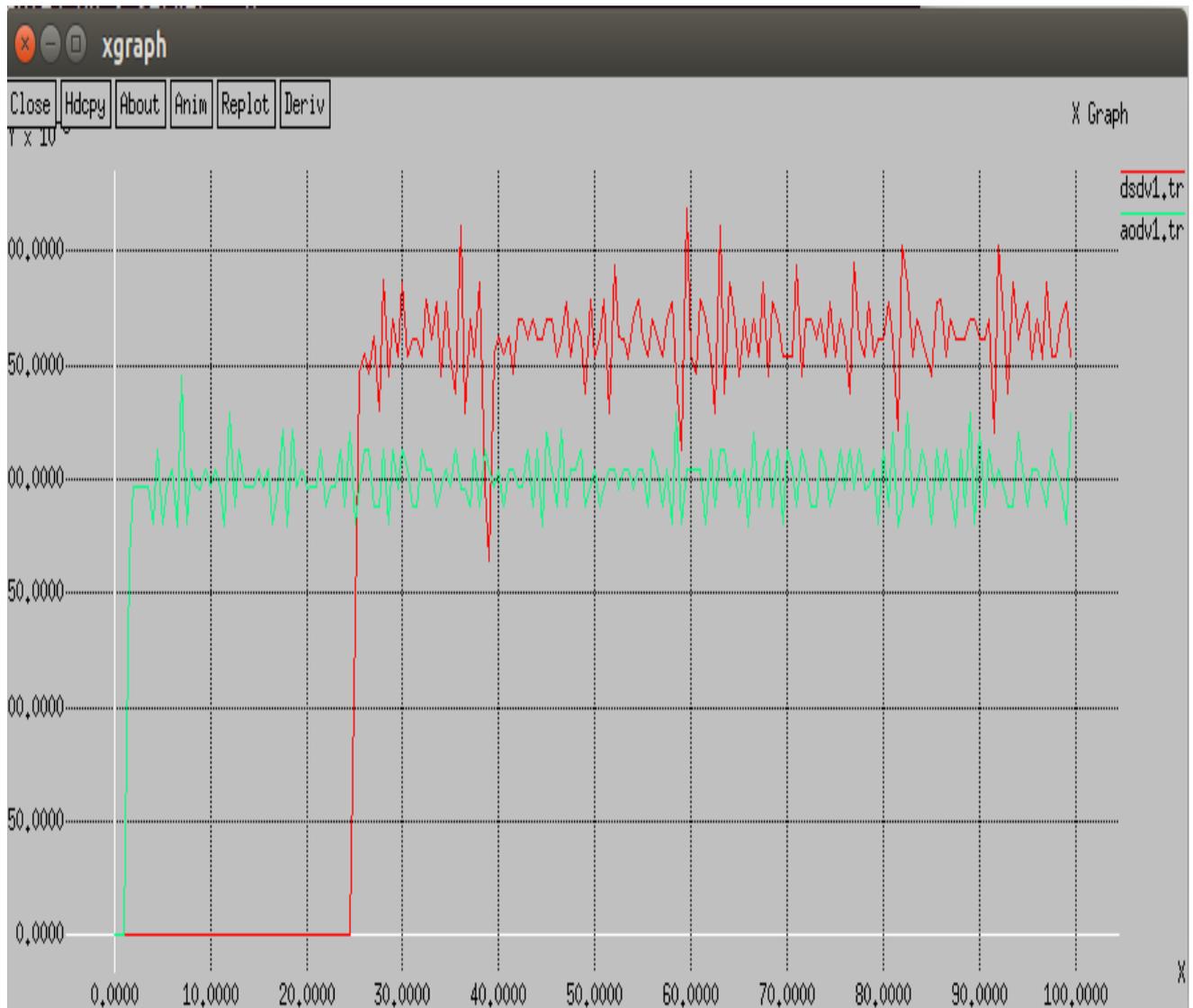


Figure IV.8 : Distance grande entre l'émetteur et le récepteur.

La figure IV.8 montre la comparaison en fonction de la grande distance entre l'émetteur et le récepteur en remarque aussi qu'au début le protocole aodv son débit est plus élevé mais une fois que le dsdv a créé sa table de routage il est plus performant.

En conclut quand n'augmente la distance entre l'émetteur et le récepteur le débit augmente. le protocole dsdv est plus performant.

IV.5.3 Simulation 3 : étude par rapport à la mobilité

Nous allons faire une simulation par rapport à la mobilité

Paramètres	Valeur
Type Channel	Wirelesschannel
Modèle de propagation radio	TowRayGround
Couche MAC	802.11
Nombre de nœud	7
Protocole de routage	DSDV/AODV
Paramètre simulé	Débit

Tableau IV.3 : paramètre de la troisième simulation.

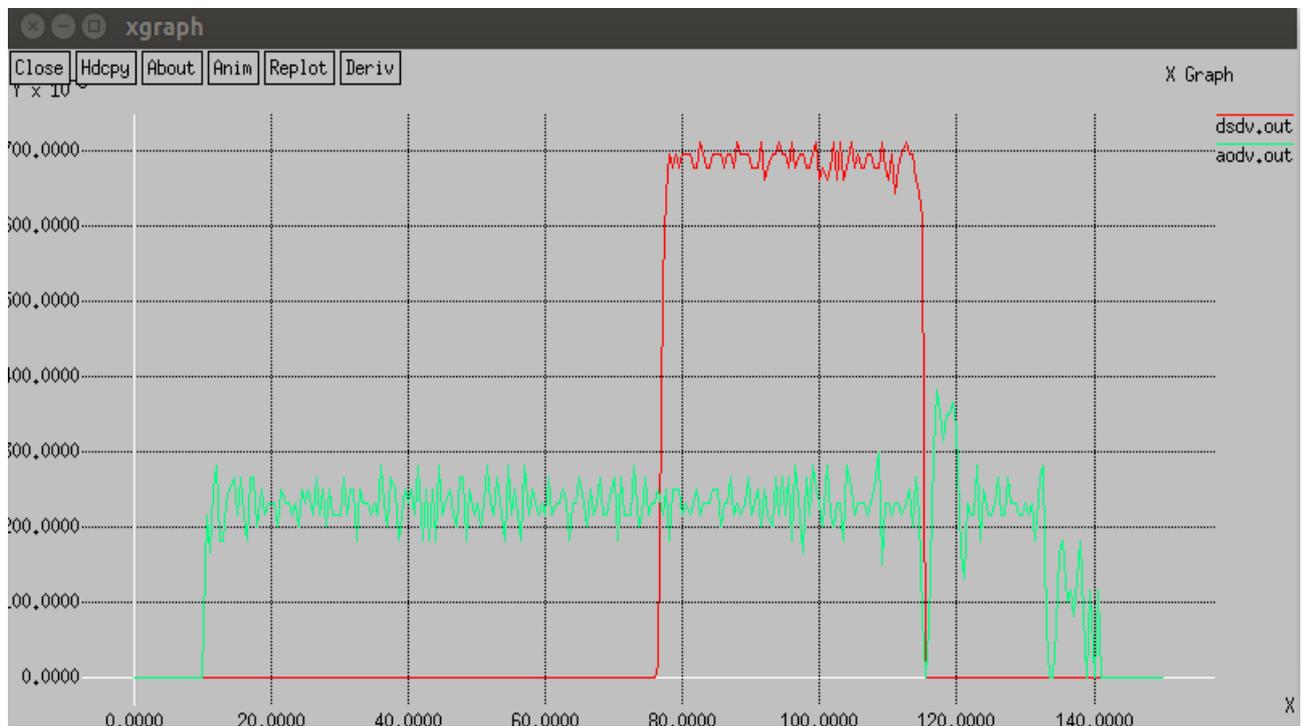


Figure IV.9 : Débit en fonction de la mobilité

Ici on a une topologie à 7 nœuds mobile, dans la figure IV.9 en remarque que le protocole AODV est plus performant que le DSDV car ce dernier est trop lent pour construire sa table de routage mais une fois qu'il la construit sa table devient extrêmement plus performant que le AODV. On remarque aussi que une fois la mobilité change DSDV reconstruit sa table de routage

Conclusion

Ce chapitre est une tentative de performance d'évaluation de deux protocoles routages AODV, DSDV ad hoc mobile couramment utilisé. L'évaluation de la performance a été faite dans le simulateur NS-2 en faisant beaucoup Des simulations. La comparaison était basée sur le rapport de le nombre des paquets, la distance entre l'émetteur et le récepteur et la mobilité. Les résultats de la simulation sont illustrés par de nombreux chiffres.

D'après les résultats des simulations nous pouvons conclure que le protocole DSDV est performant dans des réseaux denses et peu mobiles.

Conclusion générale

Le domaine des environnements mobile présente de plus en plus une grande flexibilité d'emploi. Ils permettent aussi une présence de communication sans fil dans des sites où la mise en place du câblage est très difficile ou même impossible.

Les réseaux informatiques basés sur la communication sans fil peuvent être classés en deux catégories : les réseaux avec infrastructure fixe préexistante, et les réseaux sans infrastructure. Dans la première catégorie, le modèle de la communication utilisé est généralement le modèle de la communication cellulaire. Dans ce modèle les unités mobiles sont couvertes par un ensemble de stations de base reliées par un réseau filaire, et qui assurent la connectivité du système. La deuxième catégorie essaie d'étendre les notions de la mobilité à toutes les composantes de l'environnement, toutes les unités du réseau se déplacent librement et aucune administration centralisée n'est disponible. Les réseaux de cette catégorie sont appelés : les réseaux ad hoc.

Les réseaux mobiles ad hoc (MANET) sont formés dynamiquement par un système autonome de nœuds mobiles qui sont connectés via des liaisons sans fil sans utiliser une infrastructure de réseau fixe existante ou aucune administration centralisée. Les nœuds s'organisent au hasard et sont libres de se déplacer n'importe quand, n'importe où; Ainsi, la topologie sans fil du réseau peut changer à la hâte et arbitrairement.

Dans le but d'assurer la connectivité du réseau malgré l'absence d'infrastructure et la mobilité des stations, chaque nœud est susceptible d'être mis à contribution pour participer au routage et pour retransmettre les paquets d'un nœud qui n'est pas en mesure d'atteindre sa destination, tout nœud joue ainsi le rôle de station et de routeur. Chaque nœud participe donc à une stratégie de routage qui lui permet de découvrir les chemins existants, afin d'atteindre les autres nœuds du réseau.

L'étude et la mise en œuvre de protocoles de routage pour assurer la connexion des réseaux ad hoc au sens classique du terme (tout sommet peut atteindre tout autre), est un problème très difficile. Les schémas de routage classique basé sur les localisations statiques des sites sont évidemment inadaptés dans un environnement mobile. De nombreuses contributions ont été consacrées à l'extension de l'adressage IP (Internet Protocol) pour prendre en charge la mobilité des sites et optimiser le coût de recherche pour localiser un site mobile. Cependant ces solutions supposent toujours l'existence d'une infrastructure fixe.

Dans le cadre de ce mémoire, l'objectif était d'analyser les propriétés du protocole de routage DSDV opérant dans les réseaux ad hoc.

Puisque le protocole DSDV est un protocole de routage destiné à router des paquets dans un réseau ad hoc sans fil, nous avons tout d'abord présenté le concept des environnements mobiles et les caractéristiques des réseaux ad hoc dans le premier chapitre.

Le Second chapitre a été consacré à la présentation du routage dans les réseaux ad-hoc n à citer ses difficulté, ses contrainte, ses classification et ses principaux algorithmes.

Le troisième chapitre a été consacré à la présentation du protocole de routage DSDV et AODV leur mécanismes de fonctionnement, leur procédures de découverte de routes et leur maintenances.

Le dernier chapitre est destiné à des simulations du protocole en utilisant le simulateur de réseau NS2. En a fait une comparaison entre le protocole de routage DSDV et le protocole AODV. Leur résultats de simulations a été représenté sur des graphes et interprétés.

Ces simulations nous ont conduit à bien savoir comment le protocole DSDV opère face à la densité du réseau et à la charge du trafic y circulant ainsi que de valider la variation du taux d'acceptation de connexions en présence d'un contrôle d'admission basé sur la disponibilité de la bande passante dans les nœuds de routage.

Résumé

Un réseau ad-hoc sans fil est une collection de nœuds mobiles formant un réseau temporaire à topologie variable et fonctionnant sans station de base et sans administration centralisée, les communications multi sauts y sont possibles grâce à des protocoles de routage spécifiques.

La simulation est un outil indispensable pour étudier la performance des protocoles de routage dans ces réseaux.

Dans le cadre de ce mémoire, l'évaluation de performance du protocole de routage DSDV sera abordée par les simulations sous NS2, elle permet de dégager l'évolution de quelques métriques du protocole.

Ensuite une implémentation d'un schéma de réservation de la bande passante dans le protocole DSDV sera développée et comparée au protocole AODV en utilisant le simulateur NS2. Cette comparaison montre l'impact de l'ajout d'un contrôle d'admission des nouvelles connexions de qualité de service dans le protocole DSDV et ouvre ainsi la porte à des perspectives, tels que l'optimisation ou l'amélioration de la solution proposée.

Mots clés : réseau ad hoc, protocole de routage DSDV, protocole de routage AODV, simulation NS2, évaluation de performance, réservation de bande passante.

Abstract

A wireless ad-hoc network is a collection of mobile nodes forming a temporary network with variable topology and operating without a base station and without centralized administration, multi-hop communications are possible thanks to specific routing protocols. Simulation is an indispensable tool for studying the performance of routing protocols in these networks.

In this paper, the performance evaluation of the DSDV routing protocol will be approached by the simulations under NS2, it allows evicting the evolution of some metrics of the protocol.

Then an implementation of a bandwidth reservation scheme in the DSDV protocol will be developed and compared with the AODV protocol using the NS2 simulator. This comparison shows the impact of the addition of an admission control of the new quality of service connections in the DSDV protocol and opens the door to perspectives such as optimization or improvement of the proposed solution.

Keywords: ad hoc network, DSDV routing protocol, AODV routing protocol, NS2 simulation, performance evaluation, bandwidth reservation