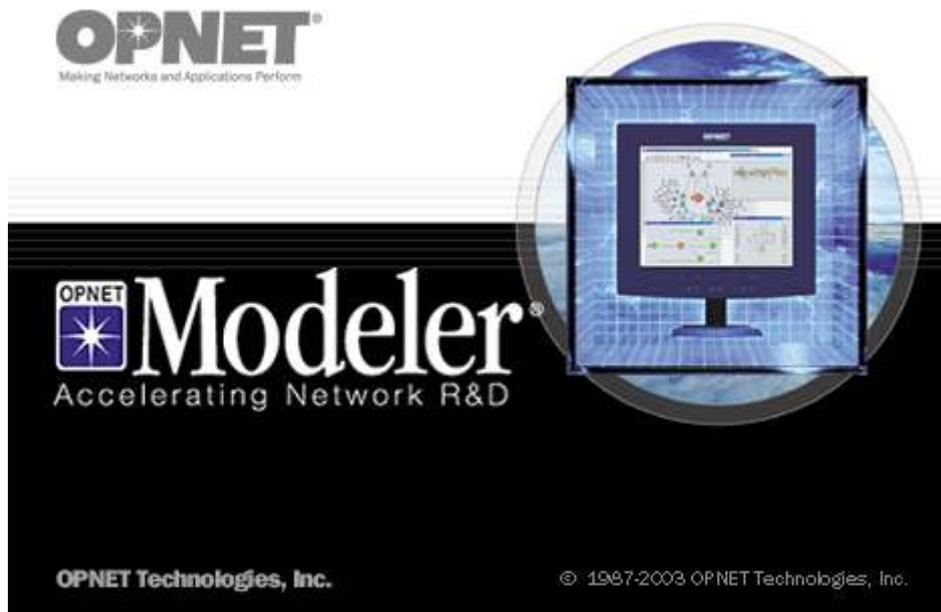


Projet OpNet



Spécialité Réseaux 2003/2004

Yannick GRENZINGER

Loic JAQUEMET

1Présentation.....	3
1.1Le besoin de mobilité.....	3
1.2Le protocole IP Mobile.....	4
1.3Opnet.....	5
1.4Le projet.....	6
2La réalisation du projet.....	7
2.1La mise en place du réseau.....	7
2.2La gestion de la mobilité.....	7
2.3L'envoi de paquet d'un nœud mobile à un autre.....	8
3Les statistiques.....	8

1 Présentation

1.1 *Le besoin de mobilité*

Le protocole IP classique n'a pas été construit pour permettre la mobilité. Ainsi chaque machine à une adresse dépendante du réseau où elle se trouve, elle doit donc changer lorsque la machine change de réseau. Il y a dans ce cas attribution d'une nouvelle IP et surtout une rupture de la communication. Or le seul moyen permet d'atteindre cette machine avec le protocole IP : utiliser son adresse pour pouvoir emprunter les différentes routes permettant de s'y rendre. Cette adresse est déterminante pour le routage, aspect primordial du protocole IP.

Lors d'un échange d'informations entre deux machines, les données sont découpées en paquets. Chaque paquet contient deux adresses : source et destination. Une route précise est tracée pour chaque paquet. Cette route n'est pas toujours la même pour les différents paquets d'information. En effet, son tracé est déterminé selon un certain nombre de données sur la congestion des noeuds dans le réseau. De même, pour sa réponse la machine destinatrice sélectionnent des routes de manière complètement indépendante. En conséquence, seules les adresses IP sont prises en considération lors de l'acheminement de l'information.

IP Mobile doit faire face à la problématique de la localisation par adresse dans Internet pour que l'information de l'utilisateur soit redirigée vers la nouvelle destination.

Dans un environnement de mobiles, un utilisateur équipé de son ordinateur est amené à se déplacer fréquemment. Si l'utilisateur mobile demeure dans son sous-réseau IP, son ordinateur peut garder la même adresse IP. En cas contraire, un mobile, quittant son sous-réseau d'origine, change de domaine IP. Il devient visiteur ; le préfixe de l'endroit qui l'accueille diffère de celui de son sous-réseau. Un problème survient : malgré l'absence de l'utilisateur, tous les paquets destinés à sa machine sont acheminés vers son sous-réseau originel.

La Figure ci-dessous illustre cette problématique. L'ordinateur portable se déplace du réseau 129.78.x.x vers le réseau 156.78.65.x tout en préservant une adresse IP commençant par le préfixe 129.78.

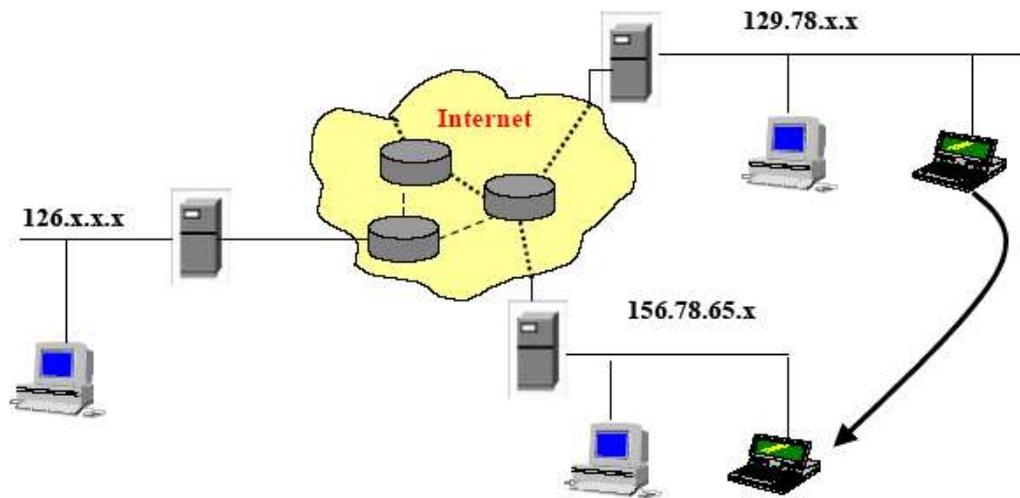


Figure 1. La mobilité et IP.

1.2 Le protocole IP Mobile

IP Mobile utilise la technique du re-routage. Il désigne un serveur de mobilité (Home Agent ou HA) sur le réseau d'abonnement du mobile qui doit intercepter les paquets destinés au mobile et ensuite les encapsuler pour les envoyer vers le réseau visité. Le mobile s'enregistre au préalable auprès de son HA avec l'adresse temporaire le localisant dans le réseau visité. Cette adresse temporaire est attribuée par un serveur de mobilité (Foreign Agent ou FA) dans le réseau visité.

La Figure suivante détaille le protocole IP-Mobile dans le réseau Internet. Un noeud mobile possède l'adresse 129.78.M.N dans le réseau 129.78.xx. Sur ce sous-réseau, on a configuré un agent local (HA), identifié 129.78.H.A. Le MN migre vers un sous-réseau visité. Il gagne le domaine 156.78.65.x où un agent étranger FA possédant l'adresse 156.78.65.FA s'affaire à la gestion des visiteurs, mettant à leur disposition l'adresse temporaire (COA) suivante : 156.78.65.COA qui sera diffusée sur le support physique à intervalles réguliers. Dans le domaine 156.78.65.x, le Mobile Node (MN) se met à l'écoute des messages de diffusion. Quand il reçoit le message contenant l'adresse temporaire, il la récupère pour la transmettre à son agent local. Cette procédure permet d'enregistrer sa localisation dans son réseau d'abonnement. Au niveau local, l'agent HA, construit une association entre l'adresse

IP de l'utilisateur, 129.78.M.N, et l'adresse temporaire que ce dernier vient d'acquérir, chiffrée 156.78.65.COA.

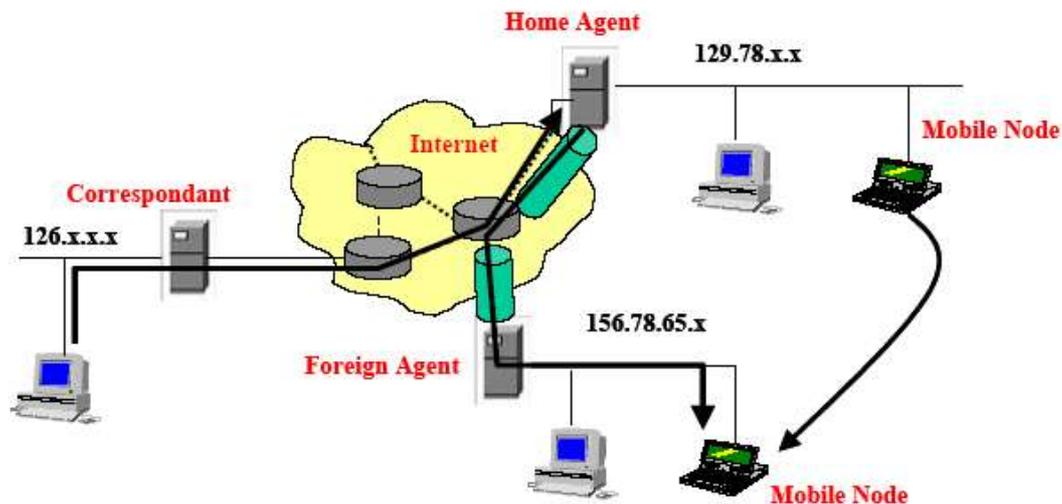


Figure 2. Transfert de paquets dans IP-Mobile.

Une fois l'enregistrement effectué, le mobile est alors parfaitement localisé et peut à tout moment recevoir des paquets d'un correspondant sur le réseau. Prenons, un correspondant avec une adresse 126.C.C.C. Lorsqu'il envoie de l'information au MN, il utilise l'adresse IP 129.78.M.N ignorant alors la localisation de l'utilisateur. Les paquets sont reçus par l'agent local de l'utilisateur (HA) qui se charge de les transférer au MN. Il crée ce que l'on appelle un tunnel entre l'agent étranger et lui-même pour le réacheminement de toute l'information en provenance de l'ensemble des correspondants de l'utilisateur mobile.

1.3 Opnet

Opnet permet de construire des simulations d'infrastructure réseau. Le logiciel est composé de différents éditeurs :

le module « node » qui sert à définir le fonctionnement d'un nœud d'un réseau construit grâce au « project editor » mais dans le cadre de notre simulation, il sert à simuler l'ensemble du réseau.

Le module « process » qui définit normalement la machine à états d'un élément du nœud mais, dans notre cas le protocole « IP mobile » à l'échelle du réseau. L'ensemble de ce protocole est codé en C en utilisant des packages fournis par Opnet (gestion des graphes, algorithme de Dijkstra...).

Le module « Simulation » permet d'exécuter la simulation qui va modifier dynamiquement certaines variables définies dans le module node. On peut dès lors construire des statistiques que l'on peut visualiser à l'aide de graphes.

L'intérêt d'Opnet dans notre projet est la possibilité de simuler entièrement un réseau mettant en pratique les concepts du protocole IP Mobile. La construction du réseau et la mise en place des mécanismes d'IP Mobiles étant entièrement programmée, on peut définir précisément notre protocole et ensuite le tester à une vaste échelle sur différentes valeurs (taille du réseau, fréquence du déplacement des mobiles..).

1.4 Le projet

Le but de ce projet est de simuler, grâce au logiciel OpNet, le comportement d'IP Mobile dans un réseau pour étudier ses performances. Pour cela, la topologie du réseau est aussi simulée avec OpNet.

2 La réalisation du projet

2.1 La mise en place du réseau

Pour réaliser la topologie du réseau nous avons utilisé le package « Graph » mis à disposition dans les bibliothèques fournies avec OpNet. Nous avons créé N niveaux contenant un nombre aléatoire de nœuds. Chacun de ces nœuds est une représentation virtuelle d'un routeur IP. Les routeurs d'accès FA(Foreign Agent) constituent le niveau 0 et les HA(Home Agent) le niveau N+1. Afin d'avoir un système cohérent, les FA et les HA sont assimilés, et donc, les niveaux 0 et N+1 sont les mêmes.

Chaque niveau de 0 à N possède un nombre aléatoire de liaisons (edges dans OpNet) avec le niveau supérieur. On obtient un graphe connexe composé par un ensemble de liaisons allant des FA au HA en passant par un nombre N de niveaux.

Le graphe ainsi créé est la base du réseau d'interconnexion qui nous permet de simuler IP Mobile sur un réseau Global.

2.2 La gestion de la mobilité

Chaque client mobile est simulé par un « packet » du modèle OpNet. Chacun de ses clients peut être inséré dans des « subqueue ». On simule alors un réseau d'accueil comportant un FA par une « subqueue ». Le « packet » comporte 3 champs identifiant respectivement le client mobile, le réseau mère et le réseau d'accueil.

La mobilité est effectuée par le déplacement d'un « packet » d'une « subqueue » à une autre, simulant ainsi la mobilité. Dans notre implémentation, la mobilité des clients est déclenchée par une interruption suivant une loi exponentielle, pour chacun des clients. Ces interruptions sont toutes initialement créées lors de l'initialisation de la simulation et sont re-crées individuellement après chaque occurrence. On n'attache aucun coût de transfert ou autre calcul servant la simulation lors du déplacement, mais cela est facilement faisable si nécessaire. Le transfert est virtuellement instantané. Afin de retrouver les clients mobiles rapidement après une interruption, une liste globale de toutes les clients est conservée.

Une fois le « packet » déplacé d'un réseau à l'autre, son identifiant interne de réseau d'accueil est modifié.

2.3 L'envoi de paquet d'un nœud mobile à un autre

L'envoi de paquet entre des clients mobiles est décidé par une loi exponentielle qui est générée lors de l'initialisation. La simulation de cette étape est assez simple et comporte deux parties.

On récupère tout d'abord la source et le destinataire d'une transmission. Ces deux éléments sont identifiés par deux nœuds du graphe. Il nous suffit alors de faire appel au package « dijkstra » de la librairie d'OpNet afin de résoudre le calcul du plus court chemin entre les deux nœuds. Afin d'être consistant avec notre graphe, les éléments que l'on récupère initialement sont en fait les HA des réseaux d'accueil des clients mobiles sources et destinations. Ceux-ci sont facilement retrouvés grâce à l'identifiant du réseaux d'accueil contenu dans le « packet » du client mobile. Si un des clients mobile n'est pas dans son réseau d'origine, on calcule la route complète, depuis le FA de la source jusqu'au HA, du HA source au HA du destinataire, puis du HA au FA.

On connaît alors le trajet exact du message. Dans notre implémentation, les statistiques sont effectuées sur le nombre de routeur traversés par le message.

3 Les statistiques

Les statistiques sont en grande partie prise en charge par OpNet. Pour qu'une statistique soit intéressante, il faut exécuter un nombre important de simulation en variant certains paramètres précisément choisis afin de constituer un panel de résultats intéressants à observer.

Il nous suffit de déclarer une variable statistique scalaire et de mettre à jour la valeur de celle-ci avant la fin de la simulation. On effectue cette mise à jour au cours de la simulation, en enregistrant dans une variable, par exemple, le nombre de saut de routeurs effectués par les transmissions. On définit alors un état transitoire sur l'événement de fin de simulation. C'est lors de cet état que l'on signale à OpNet la valeur de la variable statistique.

A partir de ce moment, OpNet peut générer tous les graphes voulus en prenant comme données, les valeurs de toutes les variables statistiques pour toutes les simulations effectuées.

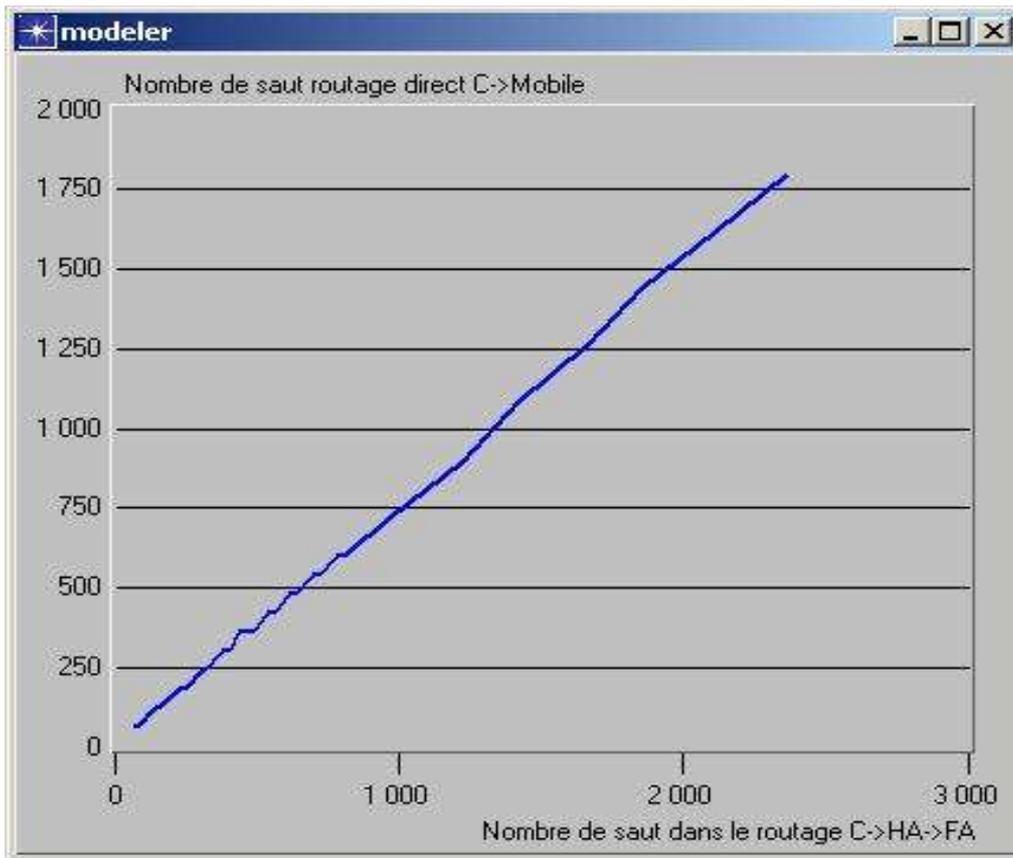


Illustration 1 Rapport du Surcout de routage

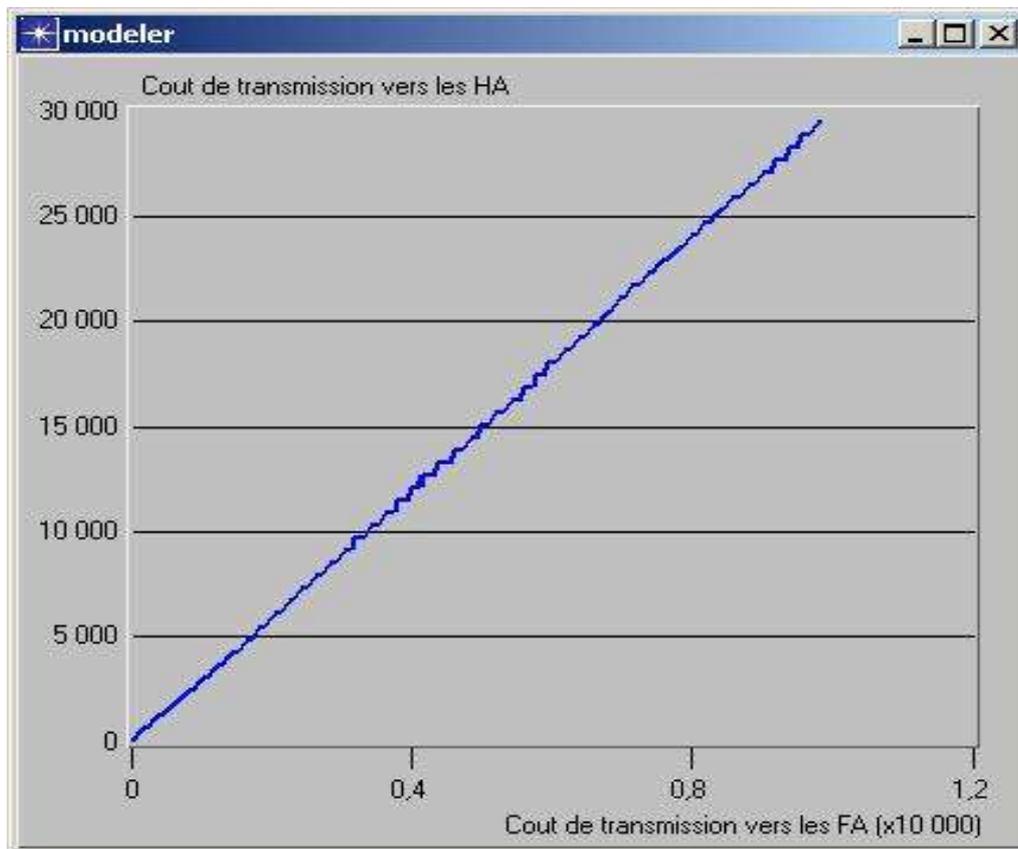


Illustration 2 Rapport du surcout de transmission en cas de reroutage vers les FA