

# Etude comparative d'approches de convergence fixe mobile dans un réseau optique

Nora IZRI

Laboratoire PRiSM  
Université de Versailles St-Quentin de Yvelines  
45, avenue des États-Unis  
78035 Versailles  
nora.izri@prism.uvsq.fr

## 1. Introduction

La convergence Fixe-Mobile (CFM) doit permettre une fluidité et une transparence aux utilisateurs quel que soit l'accès : ADSL, Fibre, GSM, WiFi, 3G, WiMax,... Elle peut se situer sur différents niveaux : couche liaisons de données, couche physique, couche applicative (service). Nous voulons aborder la convergence au niveau de la couche physique dans un réseau d'accès tout optique selon deux approches : la première consiste à affecter des longueurs d'ondes différentes aux deux types de réseaux (fixe, mobile). La seconde approche permet d'affecter une même longueur d'onde aux deux types de réseaux en utilisant un partage du paquet optique (Un paquet optique va transporter des trafics mixtes ; fixe et/ou mobile). L'utilisation des ressources dans un réseau de transport multicouches sera optimisée pour transmettre les trafics des applications à grande échelle, tout en minimisant le délai de bout en bout lors de l'acheminement de ces trafics dans le réseau, et en offrant une architecture de convergence fixe mobile. Une simulation du réseau optique nous permet d'avoir une vue globale sur ces deux fonctionnements.

## 2. Problématique

La convergence fixe mobile peut se décliner de différente manière dans un réseau ; d'un point de vue mécanisme d'accès de l'utilisateur via des protocoles d'accès, d'allocation de ressources, etc, et/ou d'un point de vue de mutualisation d'infrastructure ou d'interfaces des systèmes de transmission. Nous considérons un réseau tout optique utilisant la technologie WDM (Wavelength Division Multiplexing), basé sur l'utilisation de multiples longueurs d'ondes. Il est représenté sous forme d'anneau bidirectionnel contenant  $L$  noeuds. L'architecture de ce réseau est basée sur des commu-

teurs spécifiques interconnectés à des commutateurs optiques appelés "Optical wavelength Cross Connect"(OXC) pouvant effectuer des reconfigurations dynamiques. Il supportera un trafic fixe et mobile, puisque l'on va permettre à certaines stations sur l'anneau d'être reliées à des réseaux fixes et d'autres à des réseaux mobiles (UMTS, GPRS, WiMax,...). De ce fait, une classification au niveau services utilisateurs ou applicatifs doit être mise en oeuvre. Cette classification prendra en considération les exigences de QoS des applications pour les différents flux du réseau. Il est intéressant de mettre en place un principe d'agrégation pour diminuer le nombre de classes de services et pour améliorer l'acheminement des paquets jusqu'à leurs destinations ; par exemple nous étudions un principe d'agrégation qui permet de mettre  $K$  paquets dans une trame allant dans le même sens dans l'anneau, vers la même destination si c'est possible et qui appartiennent à la même classe de services. Un traitement spécifique a lieu au niveau du multiplexage ; car nous disposons de trois modes de connexions : certains paquets peuvent aller directement en transit, ce sont les paquets qui doivent respecter des contraintes temporelles assez dures ; d'autres paquets vont en agrégation (regroupement de paquets) pour permettre des améliorations ; d'autres enfin vont en sortie dans le cas où il faut transmettre des paquets vers les couches supérieures. Pour cela, une étude analytique a été faite dans le cadre du dimensionnement de la file qui va contenir les différents paquets en agrégation, et une simulation du réseau est en cours.

## 3. Etude des deux approches de CFM

Tout le trafic circulant dans le réseau est sous forme d'une succession de trames SDH. Chaque trame a une taille fixe ( $K$ ) ; elle est constituée de  $K$  paquets au maximum. Au niveau de chaque noeud on a un nombre  $M$  de fréquences qui va être partagé en 3 parties suivant les trois modes de connexions.

- Mode Transit : Chaque trame circulant sur une fréquence en transit sera relayée.  $T$  représente le nombre de fréquences dédiées pour ce mode. Ce mode sera utilisé principalement pour les demandes ayant des contraintes temporelles dures.
- Mode sortie : Ce mode de connexion permet de transmettre des trames vers les couches supérieures. Les trames arrivant sur une couleur en mode "Out" voient leur contenu transmis à

la couche supérieure en commutation de paquets en utilisant la matrice de commutation. Un nombre  $E$  de fréquences sera utilisé en sortie.

- Mode Agrégation : Ce dernier mode de connexion permet l'agrégation du trafic. Quand une fréquence passe par ce mode : on extrait les différents paquets (IP, ATM, Ethernet, ou autre) contenus dans les trames, puis on les envoie dans les buffers. Ensuite, on construit de nouvelles trames (le système est slotté en temps discret), en regroupant le maximum de paquets ayant les mêmes caractéristiques (sens, destination, classe). Les paquets venant des couches supérieures seront mis dans cette même file. C'est un mode qui va permettre d'améliorer les transmissions des données pouvant être regroupées dans une seule structure. Le nombre  $A$  correspond aux nombres de fréquences en agrégation. Il est à noter que ces trois modes de connexions ne demandent pas de symétrie et sont affectés de façon statique.

### 3.1. Simulation du réseau

Un simulateur représentant les différentes approches de CFM est en cours de construction pour permettre leur évaluation. Deux générateurs de paquets seront utilisés (générer des paquets fixes et mobiles).

Pour la première approche, les paquets générés sont transmis à une unité qui est responsable de la construction des trames de taille  $K$  en faisant de l'encapsulation de paquets (un mélange entre les paquets du monde fixe et ceux du monde mobile est fait à ce niveau). Cette étape durera un temps  $T1$ . Dans le cas où la trame est en transit ou en sortie, alors elle est juste retransmise à sa destination sans traitement spécifique. Le temps de transmission des trames en transit va être représenté par  $T2$ , et celui des trames en sortie par  $T3$ . En revanche, dans le cas de l'agrégation, les paquets se trouvant dans les trames vont être décapsulés et mis dans une file d'attente. Le temps de traitement des paquets dans la file et de leur retransmission est représenté par  $T4$ . Il est à noter que le partage de paquet entre le trafic fixe et mobile sera développé suivant deux propositions. La première proposition consiste à partager les trames suivant un partage statique, et la seconde permettra un partage dynamique à la demande. En revanche pour la seconde approche, les paquets générés seront transmis chacun de leurs côtés suivant le monde d'appartenance du trafic (fixe ou mobile) vers des longueurs d'ondes dédiées. On peut appliquer un principe de regroupement des

paquets suivant leurs destinations, leurs classes de services ainsi que le sens de transmission dans l'anneau. Pour cette seconde approche, une implémentation statique et une dynamique seront faites.

Le but de ce travail est d'évaluer les deux approches de convergence, et de décider laquelle des deux est la plus appropriée pour le type réseau utilisé.

### 3.2. Modèle analytique

Nous avons fait une analyse numérique pour étudier le modèle des arrivées dans une file d'attente. La description de cette file est notée :  $Batch/D/1/KC$ ; avec  $C$  le nombre de couleurs,  $K$  la taille de la trame. Une écriture des équations de récurrence de Lindley est le moyen le plus utilisé pour étudier ce genre de files.

Nous notons :  $X_n$  le nombre de paquets dans la file,  $A_n$  les arrivées durant le slot  $n$  dans la file, et  $z$  le nombre de serveurs, on pose  $z = KC$ . On représente la taille du batch de sortie par :  $Out_n = \min(z, X_n)$ .

$X$  est la limite stationnaire de  $X_n$  sachant que l'on a deux types de modèles suivant que les arrivées se produisent avant les services ou inversement ;  $X_n = (X_{n-1} - z)^+ + A_n$  correspond à l'équation du premier modèle, et  $X_n = (X_{n-1} - z + A_n)^+$  correspond à celle du second.

En utilisant des propriétés des opérateurs apparaissant dans les équations de récurrence stochastiques, nous avons pu démontré une formule de type *Polacek-Kinchine* pour la moyenne des files étudiées.

$E[X] = \frac{E[A^2] - E[Out]^2 + 2E[A](z - E[A])}{2(z - E[A])}$  ; ou  $A$  est la limite stationnaire de la taille du batch des arrivées, et  $Out$  la limite stationnaire de la taille du Batch de sorties.

## 4. Bibliographie

1. R.Ramaswami, K.N.Sivarajan ; "Optical networks, A practical perspective", Morgab Kaufman Publishers, 1998.
2. M.Poikselka, G.Mayer, H.Khartabil, A.Niemi ; "The IMS IP Multimedia Concepts and Services", John Wiley and Sons LTD, 2nd Edition, 2007.
3. A.Perez ; "Architecture des réseaux de télécommunications", Hermès Science Publications, 2002.