

Transmission vidéo dans un réseau tout optique.

F. BOUJDAINE * & N. MIKOU *

Résumé

De nouvelles applications telles que la vidéo et la visioconférence ont vu le jour grâce à l'apparition des réseaux à haut débit . Ce besoin croissant de très hauts débits a ouvert la voie à l'émergence de réseaux tout optiques. Dans les applications de transmission vidéo, le stockage et la représentation des informations nécessitent la conception et le développement de mémoires pour les réseaux commutés fonctionnant optiquement. Il s'agit donc de trouver des solutions efficaces et concrètes pour le problème du contrôle du trafic et de congestion au niveau des composantes d'un réseau tout optique, afin d'assurer la qualité de service exigée auprès de l'utilisateur.

Dans cette perspective, nous nous intéressons dans ce papier à la transmission d'images sur un commutateur tout optique. Notre travail consiste à évaluer les performances d'un commutateur tout optique fonctionnant sur le principe de la mémoire optique à boucle de retardement [6] [?], pour résoudre le problème de contention lors d'une transmission d'images. A cause de la perte de puissance des signaux correspondant aux paquets sur la fibre optique, le délai d'attente sur la boucle optique est limité à un nombre fixé b de tours, alors que le nombre de longueurs d'ondes disponibles sur ce buffer optique est B . Cette contrainte nous amène à introduire une seconde mémoire optique à l'entrée du commutateur afin d'améliorer les performances du commutateur tout optique étudié dans [6], en terme de probabilité de rejet en fonction des paramètres b , B et de la probabilité de routage p .

Mots-clés : transmission vidéo, QoS, commutateur tout optique, FLBM.

*LIRSIA, Université de Bourgogne Faculté des Sciences Mirande, B.P. 47870, 21078 Dijon France. Ce travail est supporté par l'Agence Universitaire de la Francophonie. e-mail: {bof,mikou}@crd.u-bourgogne.fr

1 Introduction

Le développement de l'Internet et la demande croissante de services multimédias évolués (vidéo à la demande , visioconférence etc...) ont entraîné une augmentation exponentielle du trafic. Pour y répondre, les fournisseurs de service se tournent vers les technologies de transmission optique.

Depuis les années 70, la fibre optique a été progressivement introduite comme support de transmission dans les réseaux grande distance (WAN). Elle représente en effet le seul support permettant la transmission à des débits élevés, sur de grandes distances et avec un taux d'erreur faible. Grâce à la fibre optique, le support de transmission n'est plus un frein à l'évolution vers les hauts débits. Par contre, la capacité des convertisseurs optique-électroniques ainsi que la capacité du traitement électronique limitent l'utilisation que l'on peut faire de la grande capacité disponible au niveau du support.

Les réseaux tout optiques visent à éliminer ce goulot d'étranglement, pour permettre d'acheminer des débits de l'ordre de Tb/s [1], [2]. Il s'agit de développer des protocoles d'accès, des commutateurs et multiplexeurs entre autres pour les réseaux commutés fonctionnant optiquement. Dans ce travail qui s'applique au domaine de la transmission d'images, nous nous intéressons tout particulièrement au développement de mémoires optiques pour résoudre l'un des problèmes majeurs de la commutation optique qu'est : la buffering optique en cas de contention qui peut surgir lors de conflits des paquets destinés au même port de sortie dans un commutateur. Soulignons que le problème soulevé à ce niveau est l'impossibilité de stocker les signaux correspondants aux paquets, statiquement dans des buffers comme dans le cas de l'ATM. L'une des solutions proposées à ce problème est l'utilisation d'une boucle optique destinée à faire patienter les signaux en cas de conflit, en leur permettant d'effectuer un nombre de tours b fixé sur cette boucle optique avant d'être, soit acheminés vers leurs destinations, sinon ils sont perdus après avoir dépassé b tours.

L'étude de référence de ce type de commutateur est celle effectuée par [6]. Les auteurs y présentent une description détaillée du commutateur, dont le buffer est basé sur le concept de la mémoire optique à boucle de retardement (ou encore FLBM: Fiber Loop Buffer Memory), et évaluent ensuite les performances de ce commutateur en fonction des paramètres de son dimensionnement.

Nous proposons dans ce papier une amélioration de la QoS de la transmission d'images dans ce type de commutateurs, en terme de probabilité de perte. Nous présentons dans la section suivante une nouvelle architecture de l'emplacement des mémoires optiques dans un commutateur. Ensuite, nous montrons à l'aide de simulations, que le contrôle de trafic proposé donne des résultats plus performants en terme de probabilité de perte, par rapport au modèle étudié dans [6].

2 Architecture du commutateur optique

Du fait que la capacité de la mémoire optique, modélisée par des buffers à la sortie du commutateur, est limitée par l'effet du bruit généré par les amplificateurs optiques, nous avons introduit une seconde mémoire optique modélisée par des buffers aux ports d'entrée du commutateur. Chacune de ces deux mémoires est basée sur le principe de la mémoire optique à boucle de retardement ou FLBM (Fiber Loop Buffer Memory) du projet RACE (Research and development in Advanced Communications in Europe) ATMOS (Asynchronous Transfer Mode Optical Switching). La FLBM est constituée d'un multiplexeur/démultiplexeur de longueurs d'ondes, et d'un amplificateur semiconducteur optique (SOA). Nous supposons que les paquets sont de durée fixe comme dans un réseau ATM, et que la longueur de chaque boucle est égale à la durée d'un paquet pour une vitesse de transmission donnée. Le fonctionnement de la FLBM est présenté en détails dans [6].

3 Le modèle

Le processus d'amplification optique utilisé couramment sur les lignes de transmission optique, est générateur de bruit. Ceci est l'origine de nombreuses distorsions du signal incident et transmis, entraînant dans de nombreux cas une perte de

l'information. Nous modélisons cette contrainte en admettant que le signal ne peut attendre qu'un nombre fixé b de tours sur chaque boucle pour un port donné.

D'autre part, nous supposons aussi qu'il y a un nombre limité noté B , de longueurs d'ondes disponibles sur chaque boucle optique.

Nous considérons un commutateur $N \times N$ pour la commutation de paquets d'images de longueur l'unité. Les ports d'entrée sont supposés être synchrones avec les slots également de longueur l'unité. Pour chaque port d'entrée, soit p la probabilité qu'un paquet soit généré durant un slot. Une fois le paquet généré, il est acheminé vers l'un des ports de sortie du commutateur avec la même probabilité.

Sous les contraintes de capacité des mémoires optiques, les règles de routage adoptées par le contrôleur du commutateur sont les suivantes:

- (1) Si i paquets attendent sur une mémoire pour un port j , alors le premier de ces paquets est envoyé à sa destination.
- (2) S'il n'existe pas de paquets dans les mémoires pour le port j , mais K lignes veulent envoyer des paquets vers le port j , alors l'un de ces paquets est acheminé vers sa destination alors que les paquets restants sont bufferisés selon les règles 3 et 4 sur les boucles optiques.
- (3) Le nombre total de paquets stockés sur chacune des deux mémoires ne peut dépasser B .
- (4) Le nombre total de paquets stockés sur chacune des deux mémoires pour un port j , ne peut dépasser b .
- (5) La politique d'ordonancement adopté par le contrôleur entre les paquets stockés et leurs destinations respectives est PAPS.

4 Résultats de simulation

Afin d'évaluer les performances de ce commutateur, nous utilisons des simulations pour estimer la probabilité de rejet des paquets dans le cas de notre modèle (modèle 1), que nous comparons avec la probabilité de rejet dans le cas d'une seule boucle optique (noté modèle 2) [6].

5 Conclusion

Nous pouvons conclure d'après la figure 1, qu'il n'est pas nécessaire de prendre $B = (N - 1)b + N$, puisque la probabilité de rejet à partir d'un seuil

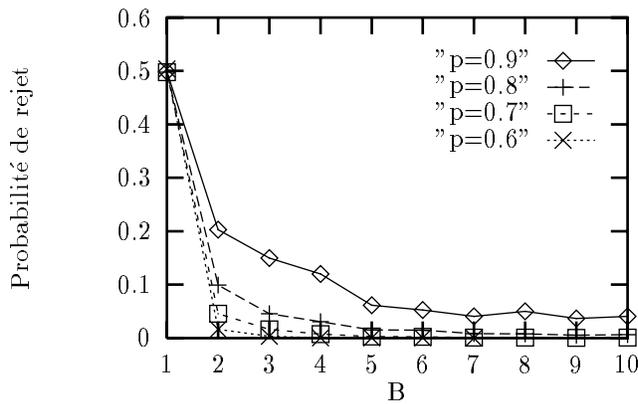


Figure 1: N=2, b=4

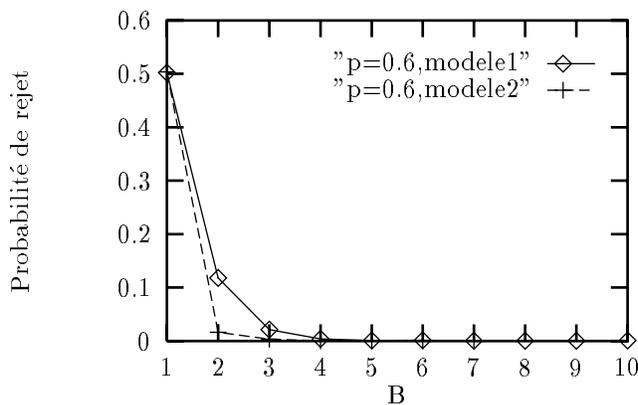


Figure 2: N=2, b=4

(exemple sur la figure 1, on peut prendre $B=3$ pour $p=0.7$) inférieur à $(N-1)b+N$, ne varie plus de façon sensible. Ceci permet de dimensionner le commutateur en utilisant un nombre de longueurs d'ondes beaucoup plus petit que $(N-1)b+N$.

De plus, les résultats de simulation ont montré (comme dans la figure 2) pour les différentes valeurs de p , que la probabilité de perte dans le cas de notre modèle (modèle 2) est inférieure à la probabilité de perte ée dans le modèle 1 [6]. Ceci prouve que l'implémentation de mémoires en entrée du commutateur optique, améliore nettement la QoS de la transmission vidéo dans un réseau tout optique.

References

- [1] Special Issue on Broad-Band Optical Networks, IEEE J. Lightwave Technol., vol.11, no.5/6, May/June 1993.
- [2] Special issue on Multiwavelength Optical Technol., vol.14., no.6, June 1996.
- [3] R.F.Kalman, L.G.Kazovsky, and J.W.Goodman, "Space division switches based on semiconductor optical amplifiers" IEEE Photon. Technol. Lett., vol.4, pp. 1048-1051, sept. 1992.
- [4] S.L. Danielsen, et al., "WDM packet switch architectures and analysis of the influence of tunable wavelength converters on performance," IEEE J. Lighwave technol. vol.15, pp 219-227, Feb. 1997.
- [5] F.Masseti et al., "high Speed, high capacity ATM Optical Switches for Future Telecommunication transport networks," IEEE. Journal on selected Areas in commun., June 1996, pp.979-996.
- [6] A.Kushwaha, Sanjay K. Bose. "Analytical Modeling for performance studies of a FLBM-Based all optical Packet Switch" IEEE.
- [7] K.Sasayama, Y.Yamada, K.Habara, and K.Yukimatsu, " Frontiernet : Frequency-routing-type Time-division interconnection network," IEEE J. Lightwave technol., vol.15, pp.417-429, March 1997.
- [8] K.Sasayama, Y.Yamada, W.D.Zong, and K.Yukimatsu " Photonic ATM switch using

Frequency-routing-type time-Division inter-connection network," Electron. Lett. vol. 29, pp.1778-1779, 1993.

- [9] F.Boujdaine, N.Mikou, Z.Echchelh "Performance studies of a priority switching strategy in an all Optical Packet Switch" IEEE The 26th Annual Conference on Local Computer Networks (LCN)