

Implémentation d'un routeur tout-optique

Mots clés :

- **Directeur de thèse** : DIDIER ERASME
- **Co-encadrant(s)** :
- **Unité de recherche** : Laboratoire Traitement et Communication de l'Information
- **Ecole doctorale** : École Doctorale Informatique, Télécommunications, Électronique de Paris
- **Domaine scientifique principal**: Divers

Résumé du projet de recherche (Langue 1)

L'introduction de la fibre dans les systèmes de transmission a fait une véritable révolution dans le domaine des télécommunications; la fibre optique se distingue ses faibles pertes, sa grande immunité aux interférences électromagnétiques et sa bande passante. L'essor de la fibre optique a été accompagné par le développement des sources et des détecteurs de plus en plus performants ce qui a donné à l'optique un rôle prépondérant dans les systèmes de transmission d'information. Dans cette thèse, on utilisera les propriétés spécifiques de l'accès multiple par répartition de code optique (OCDMA) comme un moyen pour réaliser la commutation tout-optique. La commutation tout-optique est une technologie nécessaire pour les réseaux optiques étendus et métropolitains. Son objectif est d'éliminer le recours à l'électronique aux niveaux des différents nœuds du réseau. Ceci nous permettra d'espérer d'utiliser le CDMA optique en dehors de son domaine de préférence à savoir les réseaux d'accès. En effet, le CDMA optique constitue un candidat potentiel pour la prochaine génération des réseaux optiques. Il a plusieurs avantages comparés aux solutions utilisant d'autres techniques d'accès multiple à savoir l'accès multiple par répartition de temps (TDMA) ainsi que l'accès multiple par répartition de longueur d'onde (WDMA). En fait, c'est un protocole d'accès aléatoire et simultané où il n'y a aucun besoin de synchronisations strictes qui sont nécessaires dans le cas de TDMA. Ceci nous permet d'éviter l'obligation d'une part d'avoir un système centralisé de gestion des accès expressivement coûteux et d'autre part d'utiliser des lasers stabilisés en longueurs d'onde qui est nécessaire dans le cas de WDMA. En plus des possibilités d'accès asynchrones, l'OCDMA offre la sécurité inhérente qui représente une demande sérieuse des utilisateurs dans les réseaux. En effet, le CDMA est une technique de multiplexage basé sur le codage et le décodage de l'information seulement par les récepteurs autorisés et en présence de signaux interfèrent provenant des autres usagers du réseau. De nos jours, les réseaux d'information transportent des pourcentages de données de plus en plus importants comparativement au trafic de la voix (téléphonie). L'infrastructure des réseaux optiques doit donc s'ajuster afin de fournir un service optimisé pour le transfert de données, tout en assurant une qualité de service adéquate pour la transmission de la voix. La faible vitesse des routeurs électroniques constituera la limite principale dans les réseaux optiques futurs. Afin de régler ce problème, les routeurs doivent opérer dans le domaine optique, prenant avantage des protocoles multiples à changement d'en-tête (MPLS : Multi-Protocol Label Switching). Les systèmes optiques à accès multiple par multiplexage de codes (OCDMA) constituent une technologie prometteuse afin d'atteindre ces objectifs, surtout lorsqu'un traitement des codes est utilisé. En effet, dans le domaine des communications optiques, plusieurs architectures ont été proposées pour connecter les émetteurs et récepteurs. Des réseaux photoniques ont été proposés utilisant des circuits entre les terminaux par le biais d'une seule longueur d'onde ou aussi une bande spectrale. Des architectures pour la commutation des paquets, utilisant une seule longueur d'onde pour les en-têtes pour router les paquets vers la destination souhaitée, ont été aussi proposées. Mais avec l'émergence d'une solution pour la transmission et la réception de signaux OFFH-CDM sur le même média dans le mode diffusion (broadcast), approprié pour le cas des réseaux d'accès (LAN), a permis d'espérer de l'adapter pour le cas de réseaux plus importants. Pour ces réseaux, il est nécessaire de changer le mode de transmission d'un mode broadcast vers un mode commuté et ceci en éliminant la limite d'adressage d'un système OFFH-CDM en terme du nombre d'utilisateurs (ou de terminaux). Ceci créera une couche physique basée sur l'OFFH-CDM qui peut être implémenté à différents niveaux du réseau : non seulement dans le cas des réseaux locaux mais aussi dans les réseaux métropolitains (MAN) et les réseaux étendus (WAN). En se référant à un environnement commuté, ceci permettra de traiter le cas de topologie plus générale comme les réseaux maillés. En plus dans un environnement commuté, il est possible de manipuler plusieurs types de protocole comme l'IP, ATM ainsi que le MPLS d'une manière simple et directe. De ces faits, la commutation tout-optique devient une technologie nécessaire pour les réseaux optiques étendus et métropolitains. Son objectif est l'élimination du recours à l'électronique aux niveaux des différents nœuds du réseau. Ceci implique une interconnexion des ports électroniques aux différents nœuds d'entrée du réseau (EN : Edge Node) optiquement à travers des nœuds de routage (RN : Router Node) tout-optique ou les nœuds ENs sont les nœuds d'accès qui permettent la conversion des signaux de l'électronique vers l'optique. Dans le cas d'un réseau à commutation de circuit, les ports représentent les interfaces de connections à haut débit comme les porteuses optiques (OC : Optical Carriers) dans SONET avec le cœur du réseau optique. Ce type de réseau nécessite la possibilité de reconfigurer les connections entre les différents ports d'une manière transparente. Alors que les ports dans un réseau à commutation de paquet, les ports sont les interfaces des sources de paquets électroniques comme les routeurs IP. Pour ce cas, on a besoin du développement de mécanisme de commutation très rapide ainsi qu'un schéma d'adressage global. Travail demandé : Dans le cadre de cette thèse, il sera question de : Développer et valider expérimentalement un mécanisme de commutation de paquets tout-optique : La commutation par paquets s'avère la plus efficace pour la transmission de données comparée à la stratégie de commutation par agrégats (bursts) qui est plus compatible avec le niveau de la technologie d'optoélectronique actuelle. Mais l'évolution de traitement de signal tout-optique rend la commutation par paquet une solution pratique pour l'implémentation des réseaux optiques transparents. Nous avons proposé une architecture de routeurs tout-optiques utilisant le CDMA optique, capable de commuter les paquets indépendamment du débit et de la longueur du paquet. Définir un schéma d'adressage global et concevoir un module de reconnaissance d'adresse: les limites des routeurs IP électriques actuels découlent essentiellement des opérations dans les tables de routage effectuées dans le domaine électrique. Une solution pouvant être envisagée est le traitement tout-optique des labels utilisant le CDMA vue sa simplicité et son faible coût. Elle est en plus une technologie asynchrone, sécurisée et permettant l'accès multiple. Séparation label/payload : Dans les réseaux à commutation de paquets, la procédure de routage se base sur les informations de routage transporté par le paquet. Chaque paquet qui entre dans le réseau comporte donc les données (payload) et label (ici en-tête et terminaison). La séparation de ce dernier du reste du paquet est nécessaire afin qu'il soit traité indépendamment par le bloc de reconnaissance des adresses. Proposer l'architecture des routeurs et celle des émetteurs: cette thèse doit aboutir à une conception détaillée des nœuds de routage ainsi que l'architecture de l'émetteur. Etude de la résolution optique de congestion: Un des problèmes surgissant lors de la conception d'une architecture de routage est le problème de congestion. Ce travail de recherche traitera la détection et la résolution de la congestion pour l'architecture de routage proposée.