

Internet FTR&D

Dossier du mois d'octobre 2005

Accès optiques : la nouvelle montée en débit

Dans le domaine du haut débit, les accès en France sont pour le moment très majoritairement basés sur les technologies DSL, utilisant la paire de cuivre classique. En amenant la fibre optique au plus près des clients, il sera possible, demain, de tirer au mieux parti du cuivre et de l'optique afin d'augmenter sensiblement les débits. Alors que, parallèlement, les demandes en bande passante dépasseront bientôt l'offre, les accès optiques permettront d'apporter un nouveau souffle et une avance technologique sur les services existants. Pour France Télécom, c'est l'opportunité de se positionner sur des technologies innovantes, en se servant de son savoir-faire et de la force de sa R&D. De quoi, demain, pouvoir disposer de centaines de Mbits/s à portée de clic !

Pourquoi choisir l'accès optique ?

Avec l'arrivée des offres Triple Play (Internet haut débit, VoIP et télévision sur ADSL), la demande en débit de la part des clients ne cesse de croître. Parallèlement, nombre d'applications professionnelles (visiophonie haute qualité, transfert de données, etc.) - très demandeuses en bande passante - se développent sans cesse. Pour tous ces services, l'accès optique offre des possibilités complémentaires vis-à-vis des technologies DSL (Digital Subscriber Loop). En effet, même si les récentes expérimentations autour du VDSL2 (Very High Speed DSL, version 2) ont permis d'atteindre des débits de 100 Mbits/s dans le sens montant et descendant sur la paire de cuivre, ceci n'est possible que sur de très courtes distances (200 mètres). Le principal inconvénient du haut débit via le fil de cuivre est en effet que le débit dépend directement de la distance entre le nœud de raccordement et le client final. Dans ce contexte, l'accès optique constitue une opportunité réelle en termes de débits. Il permet en effet de franchir les limites propres au raccordement en cuivre, en fournissant des réseaux pérennes et évolutifs en débits. La perspective est double : à la fois pour les clients résidentiels, mais aussi pour les PME et les grandes entreprises. En effet, il peut s'agir soit de liens optiques dédiés soit de réseaux desservant aussi bien des clients résidentiels et entreprises, en partageant les ressources d'une même fibre.

De nouveaux services

Tout d'abord, les accès optiques vont pouvoir permettre de faire évoluer les services existants. En effet, dès 40 Mbits/s par client, il est possible d'offrir plusieurs canaux de télévision haute définition, ou encore de la visiophonie haute qualité. Par ailleurs, des débits de plusieurs dizaines ou plusieurs centaines de Mbits/s vont permettre d'offrir toute une gamme de nouveaux services. Le domaine du transfert d'informations à très haut débit pourrait ainsi très largement se développer. Par exemple, le partage d'albums photos ou le transfert de vidéos depuis un caméscope

numérique pourrait s'effectuer en quelques secondes. Pour les grandes entreprises, comme les banques où la quantité d'informations numériques échangées est très conséquente, des réseaux permettant de transférer des données à des dizaines de Gbits/s pourraient révolutionner leurs habitudes de stockage. Cependant, comme lorsque tout nouveau support de services apparaît, il est difficile de prévoir ce que seront les usages et offres futurs. Les services qui auront du succès ne seront peut-être pas ceux que l'on avait imaginés au départ. Par exemple, dans le domaine de la téléphonie mobile, le triomphe fulgurant du SMS a complètement surpris les opérateurs qui n'avaient que très peu misé sur ce service.

Expérimentation du VDSL2 par la R&D de France Télécom



Alain Vellard, directeur du Centre de Recherche sur les Réseaux d'Accès lors de la démonstration VDSL2 aux Jardins de l'Innovation d'Issy-les-Moulineaux

En première mondiale le 6 septembre dernier, France Télécom démontrait dans ses laboratoires d'Issy-les-Moulineaux un système de transmission basé sur la technologie VDSL2. Celle-ci permet de transmettre jusqu'à 100 Mbits/s de données via les câbles téléphoniques classiques, aussi bien dans le sens montant que dans le sens descendant. Pour pouvoir garantir un tel débit, la bande de fréquence habituellement utilisée en ADSL et ADSL 2+ a été étendue jusqu'à 30 MHz.

L'expérimentation a permis d'illustrer les usages potentiels de cette technologie, comme l'apport simultané de deux flux de télévision haute définition (MPEG-4) et un autre en simple définition (MPEG-2). Autre exemple, la visiophonie haute définition, ou encore le transfert de fichier via FTP à 40 Mbits/s, soit un débit deux fois supérieur aux technologies DSL déjà déployées. Ceci permettrait par exemple de télécharger - à partir d'une plate-forme légale - un film d'environ 1h30 en moins de 3 minutes !

France Télécom travaille aux instances internationales de normalisation DSL et a évalué en laboratoire les différentes technologies. Ce savoir-faire lui a ainsi permis d'expérimenter avec succès le VDSL au mois de mars. Alors que la recommandation

sur le VDSL2 a été finalisée fin mai lors de la réunion de l'IUT-T, l'expérimentation du mois de septembre [démontre encore la réactivité] des équipes de R&D de France Télécom.

Tour d'horizon des solutions optiques

Schématiquement, le passage aux accès optiques consiste à amener la fibre optique au plus près des clients. Ceci représente au maximum les dix derniers kilomètres, depuis le NRA (Nœud de Raccordement Abonné) jusqu'au client final. Il existe cependant plusieurs architectures possibles :

Les architectures de transmission tout optique

Si le raccordement optique est total, c'est-à-dire si la fibre optique parvient jusqu'à l'utilisateur final sans réutiliser le câblage cuivre terminal, le réseau ne présentera pas de limite intrinsèque en termes de débits. En effet, avec les standards actuels, cette solution permet aujourd'hui de proposer des débits (partagés par 64 clients au maximum) allant jusqu'à 2,5 Gbits/s dans le sens descendant et 1,2 Gbits/s dans le sens montant. Demain, ces valeurs pourront encore largement augmenter, en fonction des évolutions technologiques et du nombre de longueurs d'ondes utilisées dans les fibres optiques. En effet, celles actuellement utilisées (fibres monomodes G652) ont des capacités de transmission qui atteignent plusieurs dizaines de Gbits/s. Cette valeur correspond à l'utilisation d'une seule longueur d'onde, comme actuellement. Or, à terme, le réseau pourra en supporter plusieurs centaines ! Les ressources potentielles de la fibre optique apparaissent donc quasi illimitées, surtout en fonction des besoins actuels ou à venir en termes de débits.

On parle de FTTH (Fiber To The Home) quand la fibre arrive jusqu'à la maison ou de FTTB (Fiber To The Building) quand la fibre se termine en pied d'immeuble. Dans ce dernier cas, le raccordement final des clients peut s'effectuer par câble Ethernet, par la technologie VDSL (en réutilisant une terminaison cuivre), par radio ou encore en optique.

Les architectures de transmission mixtes

Outre ces solutions tout optique, il existe également des architectures mixtes optique/cuivre. Celles-ci utilisent, sur la dernière partie du réseau, les lignes cuivre existantes.

Ceci permet d'arrêter le lien optique dans un point de flexibilité du réseau, comme la sous-répartition (SR) ou la sous-répartition d'immeuble (SRI). Ces architectures mixtes constituent une solution complémentaire au raccordement tout optique en fonction des zones et des services fournis. Sur la dernière partie en cuivre, ce sont les technologies DSL qui sont utilisées, et en particulier le VDSL. Le VDSL1 permet en effet d'atteindre des débits de 20 Mbits/s descendants sur 1 000 mètres, et 100 Mbits/s sur 200 mètres pour le VDSL2. Le principal inconvénient de ce type d'architecture est de placer des équipements dits "actifs" dans des zones du réseau non conçus pour fournir un environnement technique adéquat.

Les différentes architectures mixtes cuivre/optique peuvent se définir de la manière suivante :

- **FTTCab** : Lorsque la fibre optique s'arrête à l'armoire de sous-répartition, on parle d'architecture FTTCab (Fiber To The Cabinet). Le débit alors obtenu via la technologie VDSL est de 20 Mbits/s en moyenne dans le sens descendant, sachant que cette valeur dépend directement de la distance entre le sous-répartiteur et le client final.
- **FTTCurb** : Lorsque la fibre optique est amenée jusqu'au point de concentration, on parle de FTTCurb (Fiber To The Curb, "Curb" signifiant trottoir). Avec cette solution, qui permet de se rapprocher en moyenne à environ 300 mètres du client, les débits possibles seront plus élevés.

Rôle et travaux de la R&D

La R&D de France Télécom agit à plusieurs niveaux dans le domaine des accès optiques. Elle évalue tout d'abord l'état des produits industriels, en vérifiant leur compatibilité avec les services de France Télécom. Il s'agit de démontrer avec quel niveau de fiabilité ils peuvent supporter l'ensemble des services existants, leurs évolutions, ainsi que de nouvelles applications.

La R&D intervient également sur tous les aspects de veille sur les services. Cette partie des études consiste à vérifier que la première génération de système sera compatible avec les réseaux et les services de demain.

Enfin, la R&D prépare les générations de solutions à venir en contribuant à les normaliser. Les réflexions sur des scénarios très prospectifs sont aussi en cours, notamment sur l'utilisation plus intensive du WDM (Wavelength Division Multiplex), permettant des débits supérieurs à 40 Gbits/s !

Les grandes tendances technologiques

Les futurs accès optiques reposeront, dans un premier temps, sur la norme GPON (Gigabit Passive Optical Network). Celle-ci est homologuée à l'ITU, l'organisme international chargé de l'élaboration des normes dans le secteur des télécommunications. Du fait de ses caractéristiques très polyvalentes, le GPON va devenir très probablement la prochaine norme mondiale dans le domaine des accès optiques. Elle permet en effet d'atteindre des débits descendants partagés de 2,5 Gbits/s, tout à fait adaptés aux services de TVHD et aux accès Internet à très haut débit. Par ailleurs, du fait de son architecture passive partagée, elle peut desservir jusqu'à 64 clients, ce qui permet de simplifier l'ingénierie du réseau et de réduire les coûts. Enfin, elle assure une parfaite interopérabilité entre constructeurs.

Les accès optiques à l'étranger

Les déploiements optiques les plus importants se situent aujourd'hui au Japon et aux Etats-Unis. Au Japon, au premier trimestre 2005, le nombre de clients raccordés en tout optique a dépassé le nombre de clients raccordés en ADSL, ce qui représente actuellement un total de plus d'un million d'abonnements (essentiellement auprès de l'opérateur [NTT Communications](#)). Suite à la décision de la [FCC](#) de ne pas imposer le dégroupage de la fibre optique, les Etats-Unis se sont lancés dans l'aventure

optique en 2003. Leur objectif est d'atteindre les 3 millions d'abonnés à la fin de l'année 2005. En Europe, seuls l'Italie (avec [Fastweb](#)) et la Suède se sont lancés sur ces marchés de manière significative. Au Royaume-Uni, le programme "21st Century" de [British Telecom](#) ne devrait cependant, pour la part de l'accès optique, concerner qu'un millier de clients dans un premier temps...

Un investissement sur l'avenir

Pour France Télécom, l'accès optique est un enjeu majeur et résulte d'une stratégie volontariste pour que les clients (résidentiels ou professionnels) accèdent à des services de plus en plus nombreux et performants dans les années à venir. Il s'agit donc d'un investissement pour l'avenir, mais pas seulement en termes de gains en débits immédiats : toute l'infrastructure mise en place sera en effet capable, après-demain, de supporter les normes futures et de supporter des débits beaucoup plus élevés.

Ceci pourrait condamner définitivement les technologies cuivre qui montrent actuellement leurs limites, notamment lorsqu'elles sont utilisées sur l'ensemble de la boucle locale. Il n'en est rien puisque les architectures mixtes optique/cuivre représentent des solutions très efficaces qui pourraient être déployées dans un premier temps.

Les accès optiques représentent donc une opportunité pour France Télécom de se positionner en leader des opérateurs innovants. Cependant leur déploiement est fortement conditionné par l'évolution du paysage réglementaire.

Liens

<http://www.arcep.fr/>

Le site de l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes (ARCEP, ex-ART).

<http://www.itu.int/home/index-fr.html>

Le site de l'Union Internationale des Télécommunications.

http://www.francetelecom.com/fr/espaces/journalistes/communiqués/CP_old/cp050913.html

Communiqué du 13 septembre 2005 intitulé "France Télécom expérimente dans ses laboratoires des systèmes de transmission de type VDSL2 offrant des débits sur cuivre allant jusqu'à 100 Mbits/s".

http://www.francetelecom.com/fr/groupe/rd/une/thematique/dossier_mois/ddm200502/index.html

Dossier du mois de février 2005 sur le sujet "TVHD : chronique d'une révolution annoncée".

<http://www.francetelecom.com/sirius/rd/fr/ddm/fr/technologies/ddm200412/dossier.php>

Dossier du mois de décembre 2004 sur le sujet "ADSL 2+ : une nouvelle ère pour le haut débit".

<http://www.francetelecom.com/sirius/rd/fr/ddm/fr/technologies/ddm200306/dossier.ph>
[p](#)

Dossier du mois de juin 2003 sur le sujet "Les technologies haut débit au-delà de l'ADSL".

<http://www.francetelecom.com/sirius/rd/fr/ddm/fr/technologies/ddm200212/dossier.ph>
[p](#)

Dossier du mois de décembre 2002 sur le sujet "WDM : Technique de multiplexage en longueur d'onde".

<http://www.francetelecom.com/sirius/rd/fr/ddm/fr/technologies/ddm200111/dossier.ph>
[p](#)

Dossier du mois de novembre 2001 sur le sujet "De ADSL à xDSL, les hauts débits à portée du grand public"

<http://www.francetelecom.com/sirius/rd/fr/memento/memento3/m3chap1.pdf>

Document intitulé : "Les communications optiques à France Télécom".

Glossaire

VoIP : *Voice over Internet Protocol*. Téléphonie via l'Internet. Le principe de la voix sur IP est de faire circuler sur Internet, grâce au protocole IP, des paquets de données correspondant à des échantillons de voix numérisée.

ADSL : *Asymmetric DSL*, une des premières techniques DSL avec débits asymétriques. L'ADSL est une technique permettant de transporter sur une paire téléphonique existante simultanément les services téléphoniques analogiques et des services hauts débits jusqu'à 6-8 Mbits/s dans le sens descendant (central vers usager) contre 640 kbits/s dans le sens remontant (usager vers central).

DSL : *Digital Subscriber Line*. Famille de technologies qui permettent la transmission à haut débit sur une ou plusieurs paires de cuivre en utilisant les signaux de très hautes fréquences. Ces technologies sont bien adaptées aux liaisons sur la boucle locale, car ce signal diminue avec la longueur de la ligne. La technologie ADSL est apparue en premier, suivie de l'ADSL 2+ dans un second temps, permettant un débit de 20 Mbits/s, grâce à un doublement de la longueur de bande du signal. La norme VDSL, maintenant appelée VDSL1, permet, elle, d'atteindre des débits de 30 à 40 Mbits/s. Grâce au VDSL2, plus récent, des débits de 100 Mbits/s en symétrique (montant et descendant) sont possibles sur de courtes distances.

ADSL 2+ : Evolution de la norme ADSL, l'ADSL 2+ double la bande de fréquence descendante par rapport à l'ADSL. Elle permet d'obtenir des débits atteignant les 25 Mbits/s.

Fibre optique : Très mince fil de verre permettant de transporter de l'information sous la forme d'impulsions lumineuses. Sa caractéristique principale est de présenter un milieu homogène (le faisceau lumineux ne touchant presque jamais les bords). Il permet donc une excellente transmission de l'information, les défauts pendant les transports étant minimes.

NRA : Nœud de raccordement abonné. Local technique rassemblant tous les équipements actifs de télécommunications dont les DSLAM (Digital Subscriber Line Multiplexer), équipement permettant de transformer une ligne téléphonique classique en ligne ADSL permettant la transmission de données.

Ethernet : (norme IEEE 802.3) Protocole de communication pour réseau local très largement répandu. Cette technologie permet notamment de se connecter à Internet via un modem câble ou DSL. La bande passante est typiquement de 10 Mbits/s, 100 Mbits/s via Fast Ethernet, ou 1000 Mbits/s via Gigabit Ethernet.

WDM : *Wavelength Division Multiplex*. Multiplexage de longueurs d'onde. Cette technologie consiste à injecter simultanément dans la même fibre optique plusieurs trains de signaux numériques à la même vitesse de modulation, mais chacun à une longueur d'onde distincte.

ITU : Organisation internationale du système des Nations unies, dont le siège est à Genève (Suisse), au sein de laquelle les Etats et le secteur privé coordonnent les réseaux et services mondiaux de télécommunication.