



TECHNOLOGIES ET INNOVATIONS

INTERNET | Exploitée essentiellement au cœur des réseaux des opérateurs, la fibre optique s'apprête à desservir les foyers. Les débits seront jusqu'à 100 fois supérieurs à ceux des lignes téléphoniques actuelles. ■ PAR HASSAN MEDDAH

La fibre optique tisse sa toile

Des services toujours plus gourmands

Vitesse de connexion requise en fonction des usages

➤ **Chaîne télé haute définition**
10 Mbps (méga-bits par seconde)

➤ **Chaîne télé classique**
4 Mbps

➤ **Télévision à la demande**
5 Mbps

➤ **Musique, blog, photos**
2 Mbps

➤ **Vidéophonie**
0,3 à 1 Mbps

➤ **Téléphonie**
0,5 à 1 Mbps

➤ **Jeux en ligne**
256 Kbps (kilobits par seconde)

La fibre optique arrive dans les foyers. Dans certains, du moins. France Télécom expérimente dans Paris et le département des Hauts-de-Seine cette technologie pour apporter des services internet à très haut débit. « Ces utilisateurs pilotes bénéficient de connexions symétriques de l'ordre de 100 mégabits par seconde (Mbps) », explique Gilles Coullon, directeur réseaux du projet « Très haut débit » pour l'opérateur. Les foyers concernés profitent ainsi d'un grand nombre de services presque sans limite : réception de plusieurs chaînes de télévision dont deux en haute définition (utile en cas de multi-équipements), navigation et téléchargement de contenus sur internet à très grande vitesse, téléphonie, jeux en réseau... D'autres opérateurs - des pionniers comme Erenis et CitéFibre (qui vient d'être racheté par Free) - raccordent les immeubles parisiens avec des liaisons en fibre optique avec, à la clé, un service commercial. Sans conteste, la fibre optique est amenée à remplacer la vieille paire de cuivre téléphonique qui arrive en bout de course. Elle lui est intrinsèquement supérieure sur tous les plans. D'abord en matière de débit. Avec les techno-

logies classiques ADSL, les opérateurs délivrent, au mieux, des débits de 20 Mbps. Avec la fibre, leurs services démarrent à 60 ou 100 Mbps et pourront bientôt atteindre 200, voire 1 000 Mbps... Ensuite, la fibre est capable de propager les signaux sur des distances plus longues. L'atténuation sur une fibre optique est de l'ordre de quelques dixièmes de décibels par kilomètre. En clair, même après 100 kilomètres de propagation, un signal optique est toujours exploitable, alors que dans un réseau téléphonique traditionnel l'atténuation est nettement plus forte.

DES DÉBITS SYMÉTRIQUES

Au-delà de deux kilomètres du central téléphonique, les habitations ne peuvent prétendre qu'à une fraction seulement des débits promis par l'ADSL. Enfin, la fibre fournit des débits symétriques, c'est-à-dire aussi élevés dans

un sens que dans l'autre. A la différence de l'ADSL qui favorise les téléchargements du réseau vers l'abonné au détriment de l'envoi de fichiers. Un handicap à l'heure où les internautes produisent de plus en plus leurs propres contenus vidéo pour les diffuser sur le Web.

Si le choix de la fibre optique s'impose, différentes architectures de réseaux sont possibles pour connecter les foyers. Les opérateurs peuvent soit déployer de la fibre de bout en bout, c'est-à-dire de leur réseau jusqu'au foyer même de leur client ; soit arrêter la fibre optique à un point intermédiaire afin de réduire le coût des travaux de génie civil nécessaires à la pose des câbles (voir schéma page 65).

La solution la plus économique consiste à conserver la partie finale du réseau et donc les lignes téléphoniques classiques. L'opérateur déploie alors la fibre optique jusqu'au dernier nœud de son

Solution la plus prometteuse : amener la fibre jusqu'au client. La barre des 100 Mbps est alors franchie.

ÉGALEMENT DANS CETTE PARTIE

67 | Le contrôle des rails passe à la vitesse «TGV»

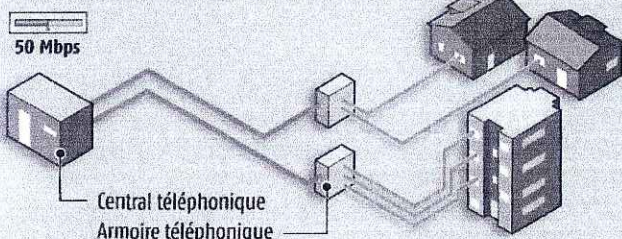
68 | La simulation numérique s'attaque au confort

70 | Une station autonome et propre de relèvement des eaux usées

Quatre raccords sont possibles

LA LIAISON S'ARRÊTE AVANT L'HABITATION

La fibre relie le dernier nœud du réseau

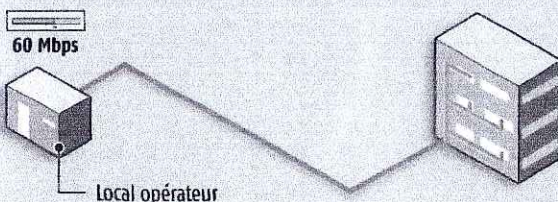


➤ Travaux de génie civil très limités.

➤ Seules les habitations proches du nœud télécoms sont éligibles au service.
➤ Nécessité d'équipements réseaux supplémentaires.

— Fibre optique
— Câblage traditionnel

La fibre s'arrête au pied de l'immeuble

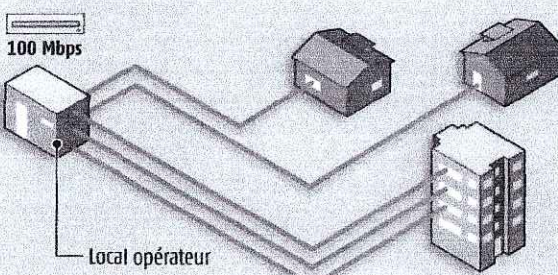


➤ Réutilisation du câblage de l'immeuble.
➤ Des débits plusieurs fois supérieurs à ceux de l'ADSL.

➤ Qualité aléatoire du câblage de l'immeuble.
➤ Affaiblissement des débits avec la longueur du câblage interne.

LA LIAISON OPTIQUE DE BOUT EN BOUT

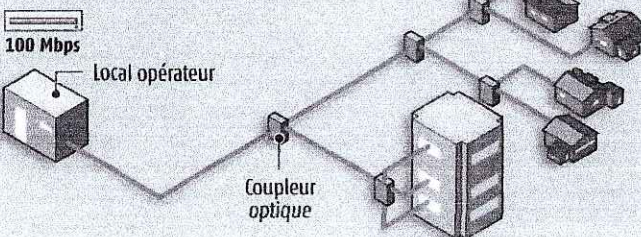
La fibre est dédiée



➤ Débits garantis à l'utilisateur quelle que soit la charge du réseau (100 Mbps et au-delà).
➤ Architecture du réseau simplifiée.

➤ Très gourmand en fibre optique et capacité de gainage.
➤ Nécessité d'autant de branchements que de clients au local de l'opérateur.

La fibre est partagée



➤ Electronique réduite grâce à l'usage de composants optiques passifs.
➤ Portée d'une vingtaine de kilomètres sans atténuation du signal.

➤ Débits en fonction de la charge du réseau.
➤ Mutualisation complexe des infrastructures entre opérateurs.

réseau d'accès, les sous-répártiteurs. Ces équipements raccordés aux centraux téléphoniques et disposés sur les trottoirs sont plus proches des abonnés. Le réseau de France Télécom compte environ 12 500 armoires de ce type. Pour en tirer parti, les opérateurs

doivent alors y installer des équipements électroniques qui dopent les capacités de transmission de lignes téléphoniques. Il s'agit de la technologie VDSL, une version optimisée de l'ADSL. Les débits passent alors d'environ 20 à 50 Mbps.

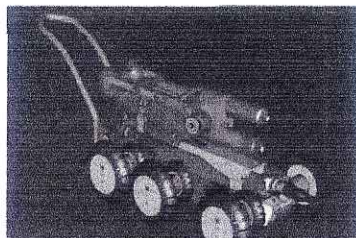
La solution VDSL présente toutefois deux inconvénients majeurs. D'une part, elle nécessite le déploiement de nouveaux équipements électroniques, dont il faut assurer l'alimentation, le refroidissement, et la maintenance. Avec pour conséquence, des coûts d'exploitation supplémentaires. D'autre part, du fait même de la réutilisation du câblage cuivre, l'atténuation du signal reste importante. D'autant plus que le signal VDSL opère sur des fréquences hautes, plus sensibles à l'atténuation. Les débits chutent donc rapidement avec l'éloignement du sous-répártiteur. Si Deutsche Telekom a adopté cette technologie en Allemagne, elle n'est pas adaptée à la France du fait d'une distance trop importante entre le sous-répártiteur et les habitations.

« Si la fibre est amenée jusqu'au sous-répártiteur, environ moins de 20 % des foyers français sont éligibles à un débit de 50 Mbps », explique Roland Montagne, responsable du pôle haut débit à l'Idate, cabinet d'études en télécommunications chargé du « Rapport sur le développement du haut débit en France » publié en mars dernier. D'où la nécessité de déployer la fibre au plus près du client, jusqu'aux pieds des immeubles. C'est le choix de certains opérateurs comme Erenis qui a déjà raccordé plusieurs milliers de bâtiments parisiens. Les débits proposés sont de l'ordre de 60 Mbps soit le triple de l'ADSL le plus optimisé. Mais dans l'immeuble, le câblage existant (câble coaxial, ligne téléphonique...) prend le relais jusqu'au domicile.

LES RÉSEAUX SE PASSENT DE L'ÉLECTRONIQUE

La véritable révolution consiste à amener la fibre optique jusqu'au client. Ici, la barrière des 100 Mbps est franchie. Selon leur profil, les opérateurs optent pour des architectures de réseau différentes. Les nouveaux opérateurs sont favorables à des liaisons optiques dédiées (encore baptisées point à point) pour chaque client. Cette architecture simple est également propice à une mutualisation du réseau entre opérateurs, leur évitant ainsi de dupliquer de lourds investissements. Suite page 66 ▶

Le robot passe-partout câble les égouts



Soigneux. Le robot EasyFiber (en haut) câble, sans usinage ni perçage, les conduites de faible section (en bas).

75 % des coûts du déploiement d'un réseau fibre optique ne proviennent ni de la fibre, ni des équipements électroniques mais des travaux de génie civil. Le câblage des foyers et immeubles nécessite en effet de creuser des tranchées sur tous les trottoirs de France. Afin de réduire ces coûts, la société Sogetrel, spécialisée dans la construction des réseaux télécoms, a eu l'idée d'exploiter les égouts présents dans toutes les villes et plus précisément les conduites d'assainissement de faible section (d'un diamètre inférieur à 30 centimètres), jusqu'ici inaccessibles à l'homme. Le moyen ? Un petit robot révolutionnaire, qui a failli s'appeler Endoscope tant son principe rappelle celui des instruments médicaux chargés de visiter nos artères et autres organes. Téléguidé à partir de sa caméra embarquée, le robot EasyFiber pose la fibre optique de

telle sorte qu'elle gêne le moins possible l'évacuation des eaux pluviales et usées. Il dépose des ressorts comprimés à intervalle régulier, tous les deux ou trois mètres. Une fois détendus, ceux-ci viennent littéralement plaquer le câble sur le haut de la canalisation, sans perçage ni usinage de la canalisation. D'un diamètre de trois centimètres, chaque câble abrite 400 fibres et a été étudié pour résister aux attaques chimiques, à l'usure due aux écoulements... et à la morsure des rongeurs. « Cela fait dix-huit mois que nous travaillons sur ce procédé. Les essais grandeur nature sont concluants. Le principe de la pose a été breveté dans les principaux pays européens », explique Frédéric Zimer, le président de Sogetrel. Le coût et la durée de déploiement seraient ainsi réduits de 30 %. Le robot sera présenté en avant-première au salon des maires du 21 au 23 novembre prochain.

► Suite de la page 65 Elle exploite aussi le protocole ethernet, très répandu dans les réseaux informatiques d'entreprise. Le coût des équipements est donc compétitif pour l'utilisateur final. Le revers de la médaille est une consommation des ressources proportionnelle au nombre de clients (en fibre, en nombre de connexions électroniques...). « Cela nécessite une capacité de câblage importante au niveau des réseaux. Dans le local de l'opérateur, il faut aussi prévoir un équipement suffisant pour accueillir autant de branchements qu'il y a de clients », explique un spécialiste. Pour éviter ces contraintes, les opérateurs historiques sont plutôt favorables à une architecture dite point à multipoint (voir schéma, page 65). Selon une topologie

en arbre, une fibre de départ se ramifie en 64 branches possibles pour toucher un maximum d'abonnés. La fibre initiale autorise un débit de 2,4 Gbps qui est ensuite partagé entre tous les brins d'extrémité. Le réseau optique est passif d'un point de vue électronique. Les coupleurs - ces éléments où s'opèrent les ramifications - sont des éléments mécaniques ne nécessitant aucune alimentation électrique.

UNE VERSION DIX FOIS PLUS RAPIDE EN PRÉPARATION

« La dernière mouture de la technologie (GPON pour Gbps Passive Optical Network), adoptée en fin d'année dernière, a apporté des améliorations en termes de portée, de débit, et en

nombre de ramifications possibles », explique Gilles Coullon de France Télécom. Le GPON permet ainsi de répartir un débit de 2,4 Gbps sur 64 clients contre seulement 1,2 Gbps partagés par 32 foyers pour la génération précédente (BPON). Et une version dix fois plus rapide est déjà en cours d'élaboration. « Cette technologie a la faveur des opérateurs historiques pour des raisons de portée mais aussi de compatibilité avec de nombreux protocoles de transfert de données ou de téléphonie comme l'ATM, l'IP, le TDM ou ethernet déjà déployés dans leurs réseaux », explique Roland Montagne de l'Idate.

Fibre dédiée ou fibre partagée, le débat continue. « La densité de clients à connecter est déterminante dans le choix technologique. Pour les immeubles où l'on compte plusieurs dizaines d'utilisateurs, la solution point à point est plus intéressante. Pour les quartiers résidentiels, le PON est plus optimisé », estime Stephan Neidlinger, vice-président, en charge des technologies PON pour Siemens.

Reste qu'avec un coût de déploiement de la fibre optique chiffré en dizaines de milliards d'euros pour le territoire français, le défi sera d'assurer l'accès au très haut débit au plus grand nombre. Mais, gare à la nouvelle fracture numérique... optique. ■

LES REPÈRES DE « L'USINE NOUVELLE »

À RETENIR

► **Les capacités de transport de la fibre optique** sont de l'ordre de 100 Mbps. Soit dix fois plus que les connexions par lignes téléphoniques optimisées.

► **Contrairement à l'ADSL** (Asymmetric Digital Subscriber Line), la fibre optique propose des débits symétriques (débits montants et descendants identiques). Elle peut desservir des habitations à plus de vingt kilomètres de distance, contre huit kilomètres pour les lignes téléphoniques ADSL.

À LIRE

► « Etude sur le développement du très haut débit en France », Idate, mars 2006

► « Breaking the barriers », ouvrage édité par Alcatel sur la transformation des réseaux d'accès (2006)

► « Le livre blanc du haut débit », du Sycafel, le syndicat professionnel des industriels du câble (2005)

► « Accès optiques » la nouvelle montée en débit, France Télécom, octobre 2005