

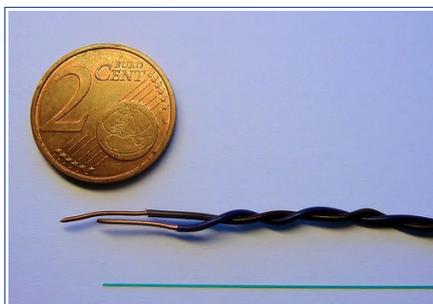
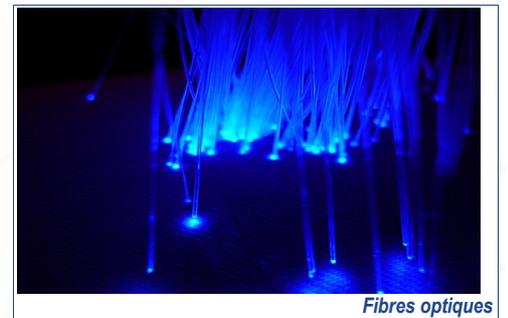
La communication sur fibre optique s'appuie sur l'envoi d'un signal lumineux permettant de véhiculer des données à très haut débit sur de longues distances. Largement utilisée dans les réseaux de transport et de collecte, la fibre optique est aujourd'hui de plus en plus présente en desserte, avec le développement des réseaux FttX qui permettent d'accroître fortement les performances des accès offerts aux usagers. La fibre constitue un support pérenne, car il suffit de remplacer les équipements actifs placés à chaque extrémité des câbles pour offrir des débits 10, 100 ou 1 000 fois supérieurs.

## La communication de données sur fibre optique

### Un fil de verre qui guide la lumière

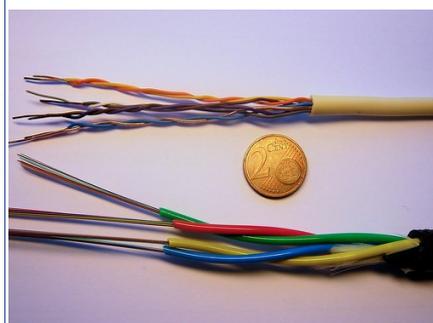
La fibre optique est un **fil de verre**, dans lequel les informations sont transportées sous forme de **lumière**, guidée au sein d'une zone d'une dizaine de microns de diamètre, le cœur, qui offre des caractéristiques optimales pour une propagation du signal avec un niveau d'atténuation linéique aussi faible que possible.

Physiquement, plus la fréquence d'un signal est élevée, plus il peut transporter d'informations par unité de temps. Les longueurs d'onde de la lumière étant beaucoup plus courtes que celles des ondes radio de la communication sans fil ou des ondes électromagnétiques utilisées sur le cuivre (ADSL, câble...), les **débits permis sont donc beaucoup plus importants**. Les **distances** possibles entre deux équipements actifs sont également **plus élevées** (plusieurs dizaines de kilomètres si nécessaire), en raison de phénomènes d'atténuation moins marqués.



En haut : une paire de fils de cuivre téléphonique  
Jusqu'à 200 Mbit/s sur 500m (en VDSL2, la variante xDSL la plus performante)

En bas : une fibre optique  
Plusieurs milliers de Gbit/s sur plusieurs dizaines de km



En haut : un câble cuivre comprenant 4 paires  
Jusqu'à 4 lignes xDSL

En bas : un câble optique comprenant 4 modules de 12 fibres

Jusqu'à 48 lignes optiques non multiplexées ; nombre virtuellement illimité avec le multiplexage

### Les équipements actifs

Le signal lumineux est généré et reçu par des équipements opto-électroniques dotés de diodes laser, placés à chaque extrémité de la fibre. **Ce sont eux qui déterminent le débit disponible**, les limites de débit que peut supporter la fibre n'ayant pas encore été atteintes (records actuels à plusieurs téraoctets – soit plusieurs millions de mégaoctets - par seconde). Ainsi, on peut faire passer le débit transportable sur une même fibre de 100 à 1 000 ou 10 000 Mbit/s, simplement en faisant évoluer les équipements actifs.

### Le multiplexage

Le multiplexage désigne le **partage** d'un même support physique entre plusieurs flux. Le multiplexage est utilisé dans tous les types de réseaux (radio, cuivre, optique). En optique, il est intéressant de faire appel au multiplexage dans la mesure où la capacité de chaque fibre est très élevée, et peut donc être partagée sans que les capacités individuelles issues du partage ne soient diminuées de façon pénalisante (ce qui n'est pas le cas du cuivre). On peut distinguer deux types de multiplexage :

- le **multiplexage temporel** (TDM, *time division multiplexing*) consiste à partager le « temps de parole » disponible sur une fibre entre plusieurs applications (plusieurs abonnés par exemple). Les applications émettent (ou reçoivent) les données à tour de rôle.
- le **multiplexage en longueur d'onde** (WDM, *wavelength division multiplexing*) consiste à injecter plusieurs signaux à des longueurs d'onde différentes sur une même fibre. Cela revient à partager une fibre en « tuyaux » étanches et indépendants, dans lesquels les données circulent simultanément, chacune sur une « couleur » différente.

## Réseaux optiques : progression et pérennité

D'abord utilisée pour les liaisons longue distance, la fibre se déploie progressivement dans les niveaux inférieurs, permettant ainsi d'accroître les débits accompagnant la montée en puissance des usages de l'internet.

### La fibre de plus en plus près de l'abonné

Introduite dès les années 1980 dans les réseaux **longues distances** (liaisons nationales et internationales), la fibre optique y est aujourd'hui le **support quasi-exclusif**, en raison des débits et distances importantes qui caractérisent le niveau transport. Les continents sont ainsi reliés par des câbles optiques sous-marins et les grandes métropoles connectées entre elles par des liaisons optiques longue distance.

Au niveau de la **collecte**, la fibre a progressivement remplacé le cuivre. Elle y est aujourd'hui majoritaire ; les liaisons cuivre et radio subsistant uniquement dans les zones géographiques les moins denses.

On commence également à utiliser la fibre dans les réseaux de **desserte**. Jusqu'à présent, seules certaines entreprises étaient concernées : de l'ordre de 10 000 sites étaient desservis en fibre optique en France en 2007, essentiellement dans les quartiers d'affaires et les zones d'activités. Aujourd'hui, la multiplication généralisée des usages entraîne des besoins en débits que l'ADSL, technologie dominante sur ce segment du réseau, commence à ne plus pouvoir satisfaire. Ainsi, les principaux opérateurs du marché résidentiel français ont-ils engagé en 2007 le **déploiement de réseaux optiques en desserte** (FttH, FttB...), d'abord dans les quartiers résidentiels les plus denses, plus intéressants économiquement. Fin 2010, le cap des 100 000 abonnés disposant d'un accès sur fibre optique, principalement à Paris et dans les grandes agglomérations françaises, a été franchi.

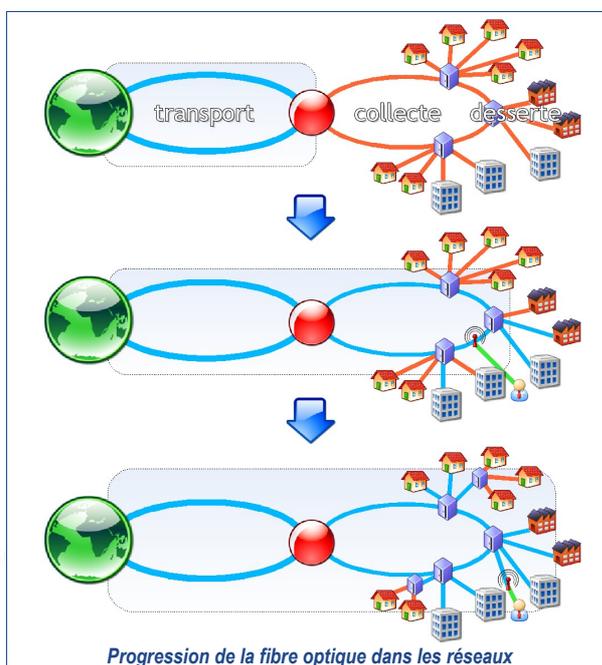
La tendance est ainsi à **l'augmentation de la capillarité** des réseaux optiques : même sans aller partout jusqu'à la fibre au domicile (FttH), il est clair qu'une progression de la fibre de plus en plus profondément dans les territoires est une condition nécessaire à la croissance globale des débits – y compris sur les réseaux cuivre (xDSL, câble) et radio (Wi-Fi, WiMAX, téléphonie mobile).

Afin d'assurer le déploiement du très haut débit dans les zones très denses comme dans celles qui le sont moins, l'État a lancé en juin 2010 son programme national très haut débit accompagné d'un appel à projets expérimentaux, avec un objectif de couverture en très haut débit de 70% des foyers dès 2020 et de tous en 2025.

### Un support pérenne, performant pendant au moins 30 ans

Il est possible de faire évoluer le réseau optique et de multiplier les débits offerts par 10 ou 100 en remplaçant uniquement les équipements actifs, puisque le support que constitue la fibre optique n'a pas encore atteint ses limites de capacité. Ainsi, début 2011, des chercheurs japonais atteignait un débit de 109 000 gigabits par seconde dans une unique fibre sur une distance de 17 km, soit l'équivalent du contenu de 2 700 DVD de 5 Go !

Sachant que la majeure partie (de l'ordre de 70 à 80%) du coût d'un réseau optique neuf correspond au génie civil et à la pose des câbles et infrastructures d'accueil, cette évolution démultipliant les débits est donc réalisable pour une fraction du coût total des installations. Le réseau optique offre ainsi un modèle d'**évolutivité technique** très intéressant économiquement, faisant de la fibre un support **pérenne** : la partie « stable » du réseau, c'est-à-dire les câbles optiques et les infrastructures d'accueil (fourreaux, chambres, locaux) est de nature à supporter les augmentations des besoins en débit pour 20 à 30 ans au moins.



Le CETE de l'Ouest appartient au Réseau Scientifique et Technique du MEDDTL

Groupe  
Aménagement  
Numérique  
des Territoires

CETE de l'Ouest  
MAN - Rue René Viviani  
BP 46223  
44262 Nantes Cédex

Téléphone :  
02 40 12 83 01

Télécopie :  
02 40 12 84 44

cete-ouest  
@developpement-durable.  
gouvfr

#### Liens

- Le point sur les réseaux FttX
- Cercle CREDO, association interprofessionnelle dédiée aux réseaux optiques : <http://www.cercle-credo.com>

#### Contact

Groupe Aménagement Numérique des Territoires – CETE de l'Ouest  
ant.cete-ouest@developpement-durable.gouv.fr – mise à jour avril 2011