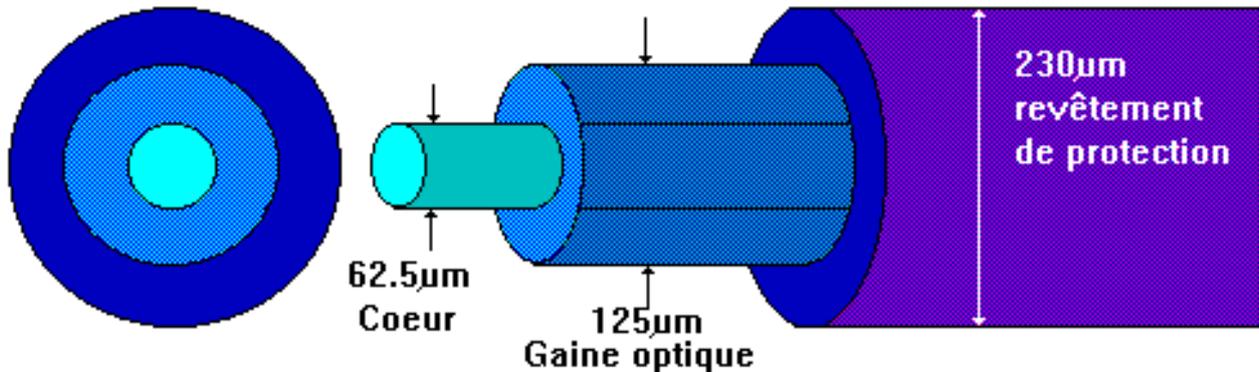


LA FIBRE OPTIQUE

Le matériau



Constitution d'une fibre optique multimode

Propagation de la lumière dans une fibre à saut d'indice

Le dessin ci-dessus indique comment se produit la réflexion des signaux lumineux en fonction de leur angle d'émission. Ce qui démontre que le chemin parcouru n'a pas la même longueur pour tous les rayons. C'est ce que l'on appelle la dispersion modale.

La fibre optique utilisée pour les télécommunications est composée de deux types, voire densité, de verre de silice différent et d'un revêtement protecteur permettant la réflexion de la lumière emprisonnée

la fibre optique se compose :

- d'un fil très fin de verre (quelques microns de diamètre) qui peut mesurer jusqu'à plusieurs centaines de km de long ;
- d'une gaine qui emprisonne le fil de verre afin que la lumière ne s'échappe pas ;
- d'un fourreau extérieur qui peut contenir jusqu'à une centaine de fibres (fil de verre + gaine).

La durée de vie d'un câble fibre optique est estimée à 20 ans environ.

Propagation de la lumière

le rayon lumineux traverse le câble quasiment instantanément, mais la lumière « rebondit » sur les bords. C'est la réflexion ! Ainsi la puissance lumineuse en bout du câble est moins intense qu'en entrée, ce qui limite la distance de communication.

Lorsqu'un faisceau lumineux heurte obliquement la surface qui sépare deux milieux plus ou moins transparents, il se divise en deux : une partie est réfléchié tandis que l'autre est réfractée, c'est à dire transmise dans le second milieu en changeant de direction

C'est ce principe qui est utilisé pour guider la lumière dans la fibre. La fibre optique comprend ainsi deux milieux : le coeur, dans lequel l'énergie lumineuse se trouve confinée, grâce à un second milieu, la gaine, dont l'indice de réfraction est plus faible.

Les 2 modes de transmission du signal optique

- **La fibre multimode** (la plus ordinaire) a un cœur relativement gros (50 à 85 microns) ce qui favorise la réflexion de la lumière et donc l'atténuation du signal !

Généralement utilisé pour de courte distance (réseaux LAN et MAN), il y a deux principaux type de fibre multimode: à saut d'indice (débit <50Mb/s) et à gradient d'indice(débit <1Gb/s)

La fibre monomode a un cœur si fin (moins de 10 microns) que la propagation de la lumière est quasiment directe, ce qui permet donc des distances de communication plus longues.

les fibres monomodes ont un diamètre de cœur (10 microns), faible par rapport au diamètre de la gaine (125 microns) et proche de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde de la lumière injectée. L'onde se propage alors sans réflexion et il n'y a pas de dispersion nodale.

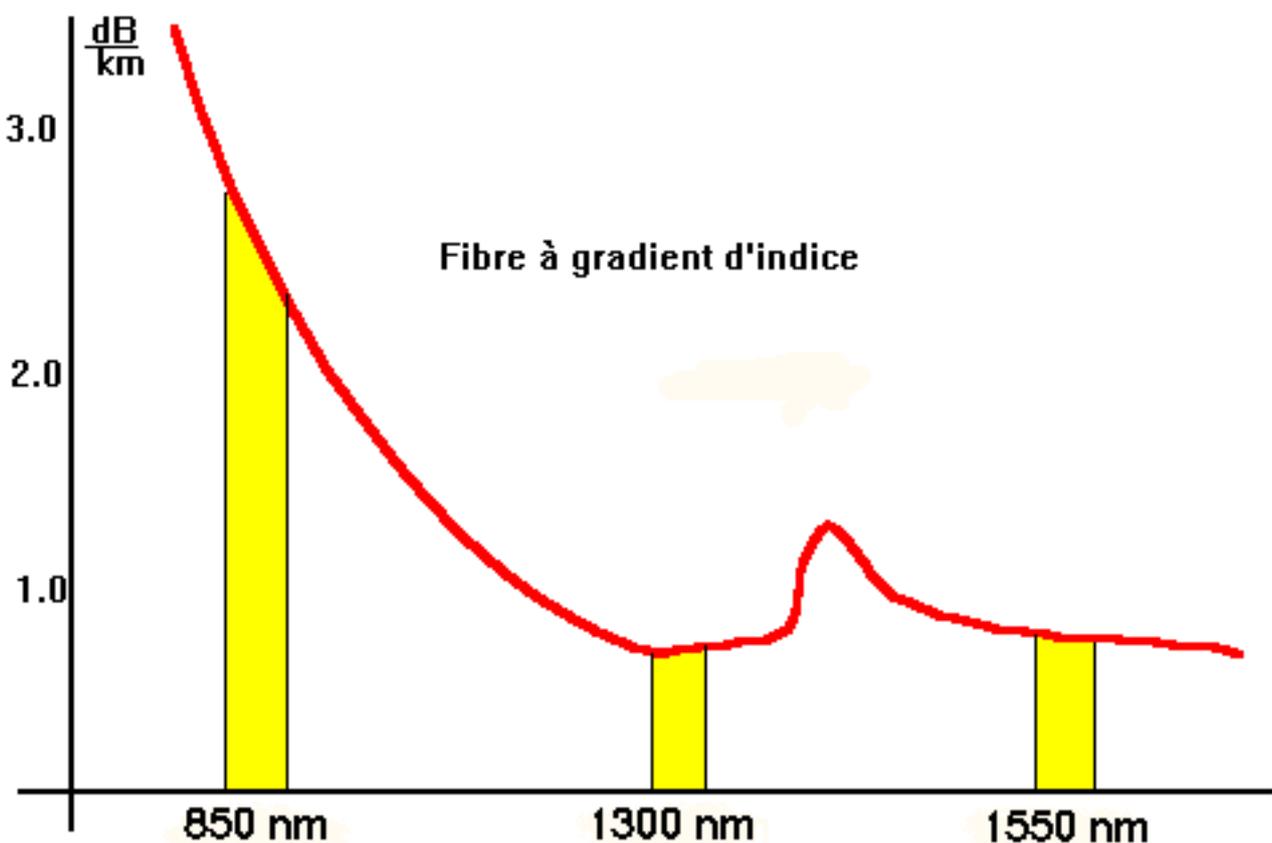
Le petit diamètre du cœur des fibres monomodes nécessite une grande puissance d'émission qui est délivrée par des diodes-laser.

Elle est actuellement utilisée pour des infrastructures terrestres et sous-marines de longues distances. Étant donné le diamètre du cœur de la fibre, seule la lumière laser est utilisable. C'est la meilleure solution certes, mais la plus chère. Débit max: de 1 à 10 gigabit/seconde.

Performances de la fibre:

L'atténuation est constante quelle que soit la fréquence

Seule la dispersion lumineuse limite la largeur de la bande passante.



Affaiblissement de la lumière en fonction de la longueur d'onde de la source

L'affaiblissement de la lumière dans la fibre est fonction de la longueur d'onde de la source. Elle est constante pour toutes les fréquences du signal utile transmis. Le dessin ci-dessus montre que l'affaiblissement est plus important vers (850nm) que dans l'infrarouge (1300-1550nm).

Connecter la fibre optique

Le transceiver optique permet de convertir le signal électrique en signal optique transporté dans la fibre optique. Pour créer le signal optique à partir du signal électrique, il faut une DEL infrarouge ou une DEL laser.

Pour recevoir (« lire ») le signal optique et le transformer en signal électrique, il faut un phototransistor ou une photodiode (genre de « robinet » à électricité piloté par la lumière reçue).

Il faut donc deux fibres optiques : une pour chaque direction de communication.

Les émetteurs utilisés sont de trois types :

- Les LED *Light Emitting Diode* qui fonctionnent dans l'infrarouge (850nm). C'est ce qui est utilisé pour le standard Ethernet FOIRL.
- Les diodes à infrarouge qui émettent dans l'invisible à 1300nm
- Les lasers, utilisés pour la fibre monomode, dont la longueur d'onde est 1310 nm ou 1550nm

Les raccordements :

Il y a plusieurs manières pour raccorder de la fibre optique :

- un couplage mécanique de deux connecteurs mis bout à bout au moyen d'une pièce de précision ;
- un raccordement par *Splice* mécanique ;
- la fusion au moyen d'un appareil à arc électrique

Répéteur

L'atténuation et la déformation du signal sont des conséquences directes de la longueur du [canal de transmission](#). Afin de conserver le signal optique de la source, les systèmes de transmission optique peuvent utiliser trois types d'amplificateurs (répéteurs) :

- regeneration* (amplification seule),
- regeneration-reshaping* (amplification et remise en forme),
- regeneration-reshaping-retiming* (amplification, remise en forme et synchronisation).

Il existe des répéteurs à amplification optique (utilisant des verres dopés aux erbium) et sont entièrement optiques sur des distances pouvant aller jusqu'à 10 000 km.

Multiplexeur

Comme dans tous les systèmes de transmission, on cherche à transmettre dans la même fibre optique un maximum de communications différentes. Afin de ne pas brouiller les messages, on les achemine sur des longueurs d'onde différentes : c'est le [multiplexage en longueur d'onde](#) ou *WDM* (*wavelength-division multiplexing*). Il existe plusieurs techniques de multiplexage chacune adaptée au type de transmission sur fibre optique (transmission longue distance ou boucle locale par exemple) : *Dense WDM* (beaucoup de signaux à des fréquences très rapprochées), *Ultra WDM* (encore plus), *Coarse WDM* (moins de canaux mais moins coûteux)...

Distances de transmission

-En multimode, selon les protocoles (OM1, OM2, OM3) et le débit (jusqu'à 1 Gb/s) le signal sans atténuation peut s'établir de 300m à 1 Km.

- en monomode, de 5 Kms sans répéteur jusqu'à plusieurs centaines de km avec répéteurs.

Des liaisons sans répéteur peuvent comporter jusqu'à 48 paires de fibres, l'ensemble acheminant plus de 15 Tb/s sur une distance de 200 Km.

A l'opposé, il existe des fibres optiques en plastique, à bas coût et à faibles performances, utilisées en milieu local perturbé, par exemple, pour réaliser les circuits de commande-contrôle dans un avion ou dans un métro

Intégrer des fibres optiques au réseau électrique

Les lignes de transport d'électricité peuvent également contenir des fibres optiques. Plusieurs méthodes ont été mises au point pour équiper les lignes H.T. et T.H.T. du réseau.

A quoi servent ces fibres optiques ?

Les fibres optiques installées sur le réseau correspondent au réseau de télécommunications propre à RTE. Ce dernier permet de transmettre des informations en temps réel aux techniciens qui gèrent le réseau haute et très haute tension. Les fibres optiques qui ne sont pas utilisées par RTE sont mises à disposition à des collectivités par exemple. Chaque câble électrique équipé contient 24 paires de fibres optiques.

Comment ces fibres sont-elles installées sur le réseau ?

Il existe deux manières d'équiper les lignes électriques de fibres optiques :

-Incorporer les fibres dans les câbles

Seul un câble (sur les quatre) est équipé de fibres : soit l'un des trois câbles de phase (par lesquels passe l'électricité), soit le câble de garde (placé au-dessus des câbles de phase) qui assure la protection de la ligne contre la foudre. Dans ce cas de figure, les câbles électriques offrent une haute protection aux fibres optiques et il n'y a aucune contrainte pour l'exploitation du réseau électrique.

-Enrouler la fibre optique autour d'un câble

Là encore, l'enroulage s'effectue autour de l'un des quatre câbles (soit un câble de phase, soit un câble de protection) à l'aide d'un robot. Cette technique est davantage adaptée aux lignes dont la tension est inférieure ou égale à 90 000 volts. Le champ électrique à la surface des câbles conducteurs ayant une tension supérieure risquerait de détériorer trop rapidement la gaine des câbles optiques enroulés.

Ainsi, le réseau de transport d'électricité a permis à certaines régions d'accéder au haut-débit.

CONCLUSION

La fibre optique va peu à peu remplacer les câbles téléphoniques. En effet, les technologies de communication ont tellement évolué qu'il ne sera plus possible de transporter les données sur les câbles en cuivre.

La fibre optique permet aujourd'hui de répondre à la problématique du haut débit, mais elle permet aussi le développement de nouveaux services.