

LA FIBRE OPTIQUE



1. Constitution physique de la fibre

La fibre optique utilisée pour les télécommunications est composée de deux types, voir densité, de verre de silice différent et d'un revêtement protecteur permettant la réflexion de la lumière emprisonnée (voir figure 1). Cette fibre est également protégé par divers autres moyens mécaniques qui divergent selon les types d'application et selon l'environnement dans lequel elle est utilisée.

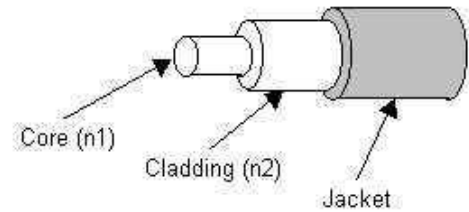
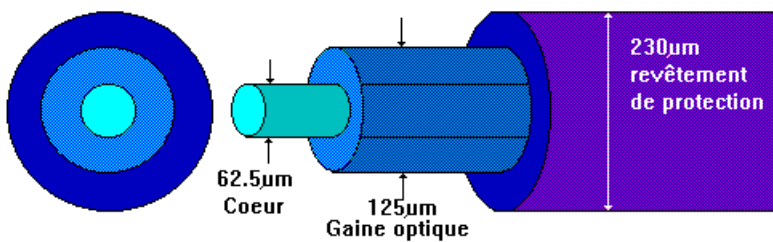


Figure 1

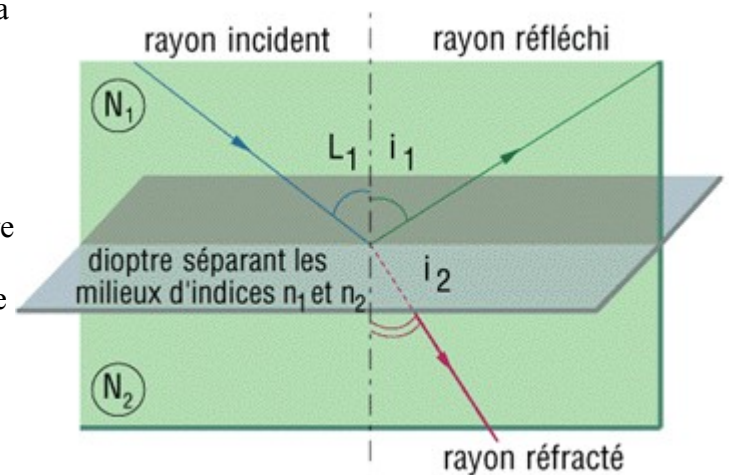
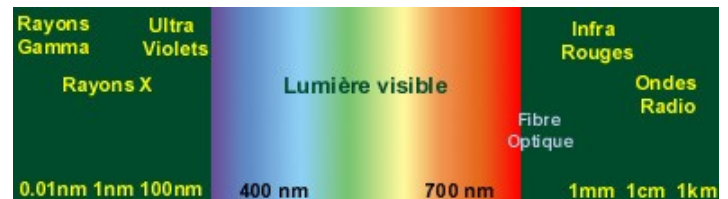


Constitution d'une fibre optique multimode

2. Propagation de la lumière

Lorsqu'un faisceau lumineux heurte obliquement la surface qui sépare deux milieux plus ou moins transparents, il se divise en deux : une partie est réfléchi tandis que l'autre est réfractée, c'est à dire transmise dans le second milieu en changeant de direction. L'indice de réfraction (voir animation site Walter Fendt) est une grandeur caractéristique des propriétés optiques d'un matériau. Il est obtenu en divisant la vitesse de la lumière dans le vide ($C_v=299\,792\text{ Km/s}$) par la vitesse de cette même onde dans le matériau. Plus l'indice est grand, et plus la lumière est lente. Ainsi, dans l'air, la vitesse de la lumière est à peu près égale à C_v ; dans l'eau, elle est égale à 75% de C_v ; dans le verre, elle est égale à environ 55% ou 60% de C_v selon le type de verre.

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.



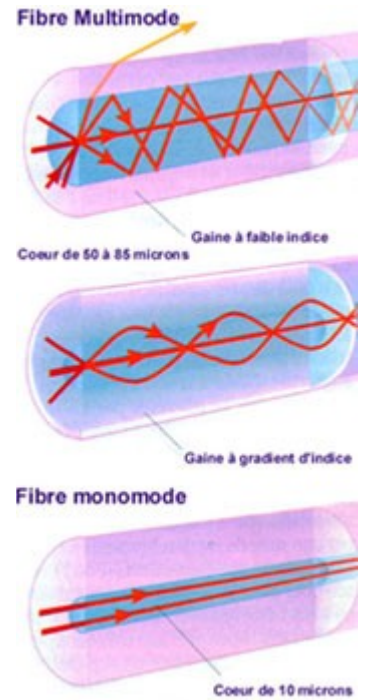
3. Les 2 modes de transmission du signal optique

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).

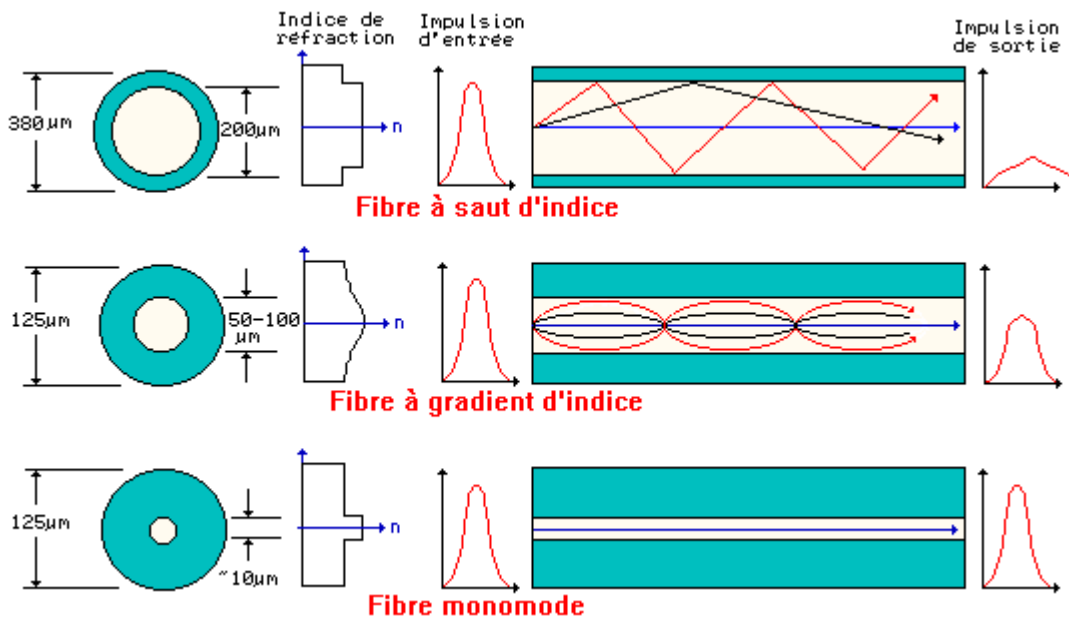
Les fibres multimodes ont un diamètre de coeur important (de 50 à 85 microns). Un rayon lumineux pénétrant dans le coeur de la fibre, à l'une de ses extrémités, se propage longitudinalement jusqu'à l'autre extrémité grâce aux réflexions totales qu'il subit à l'interface entre le verre de coeur et le verre de gaine.

Généralement utilisée pour les grandes distances, les **fibres monomodes** ont un diamètre de coeur (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.

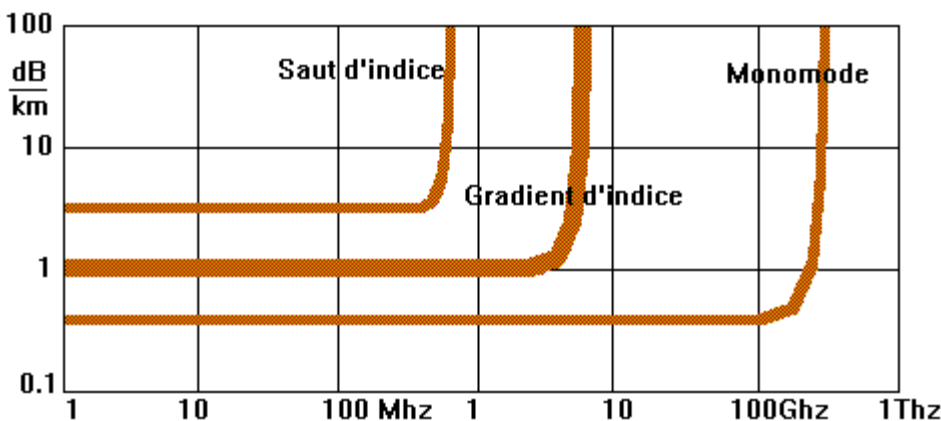
Le petit diamètre du coeur des fibres monomodes nécessite une grande puissance d'émission qui est délivrée par des diodes-laser.



Propagation de la lumière dans les trois types de fibres



Comparaison des performances des 3 types de fibres

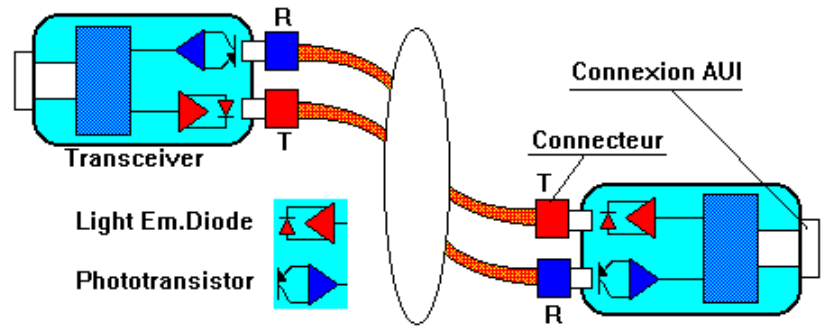


L'atténuation est constante quelle que soit la fréquence
Seule la dispersion lumineuse limite la largeur de la bande passante.

4. Connectique

Conversion de signaux électriques en signaux optiques au moyen d'un transceiver Ethernet

Le transceiver optique a pour fonction de convertir des impulsions électriques en signaux optiques véhiculés au cœur de la fibre. A l'intérieur des deux transceivers partenaires, les signaux électriques seront traduits en impulsions optiques par une LED et lus par un phototransistor ou une photodiode.



On utilise une fibre pour chaque direction de la transmission.

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

Il existe nombre de connecteurs pour la fibre optique. Les plus répandus sont les connecteurs **ST** et **SC**. Pour les réseaux FDDI, on utilise les connecteurs doubles **MIC**.

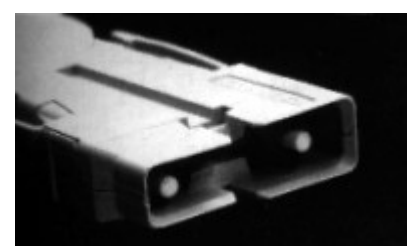
Il faut encore citer les connecteurs **SMA** (à visser) et les connecteurs **FCPC** utilisés pour la fibre monomode.



Connecteur SC



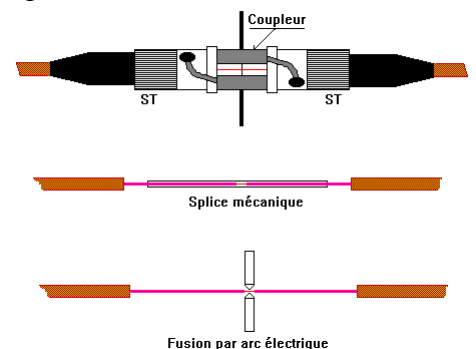
Connecteur ST



Connecteur FDDI ou MIC

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

- Le couplage mécanique de deux connecteurs mis bout à bout au moyen d'une pièce de précision. Le dessin ci-dessous montre l'union de deux connecteurs ST, mais il existe des coupleurs ST/SC ou ST/MIC.
- Le raccordement par *Splice* mécanique qui est utilisé pour les réparations à la suite de rupture ou pour raccorder une fibre et un connecteur déjà équipé de quelques centimètres de fibre que l'on peut acquérir dans le commerce (*Pig tail*).

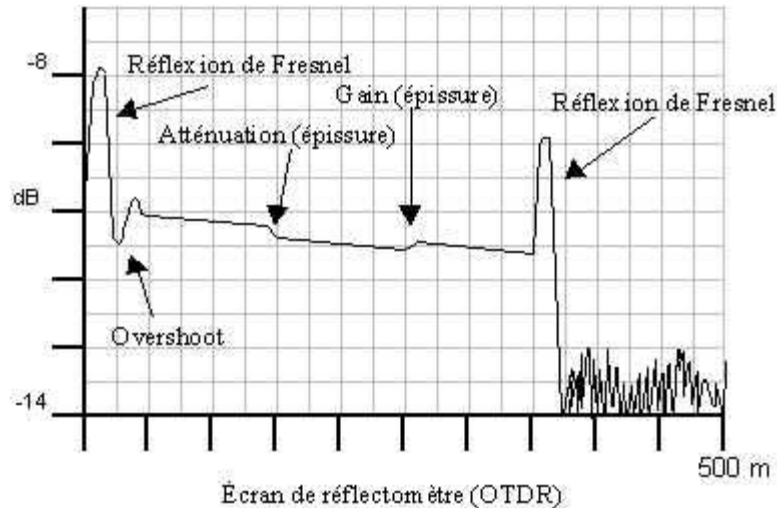


Trois exemples de connexions en fibre optique

5. Mesures – certification du support de transmission



Qu'est-ce qu'un OTDR (optical time domain reflectometer)...



6. Applications – performances

Les applications sont nombreuses et les plus connues concernent :

- les télécommunications, pour la réalisation des réseaux haut débit des opérateurs en technologie **WDM**, **SDH**, **ATM**.
- l'audiovisuel, pour la réalisation des réseaux câblés de télévision en association avec le câble coaxial utilisé pour le raccordement de l'abonné

Exemple d'application industrielle :

Alcatel a établi en laboratoire un nouveau record du monde en transportant une capacité de 5 Tbit/s (125 canaux DWDM à 40 Gbit/s) sur une distance de 1 500 kilomètres de sa fibre optique TeraLight(TM) Ultra. Cette démonstration a été réalisée en utilisant des amplificateurs hybrides Erbium/Raman à deux étages, des systèmes DWDM 40 Gbit/s, la technologie FEC (Forward Error Correction ou code correcteur d'erreur) et la fibre optique TeraLight(TM) Ultra spécifiquement optimisée pour la transmission haut débit sur de très longues distances. La performance ainsi réalisée permet de transporter simultanément, sur une seule fibre optique, 80 millions d'appels téléphoniques ou plus de 500 000 connexions Internet ADSL.

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.

Pour d'autres informations techniques sur les télécommunications : SDH, WDM, TCP/IP et autres technologies filaires (ADSL, PLC) et radio (GPRS, EDGE, UMTS, BLR, WAP) consulter le site de NAXOS, filiale opérateur de Telcité.

Un peu de théorie

La fibre optique utilisée pour les télécommunications est composée de deux types ,voir densité, de verre de silice différent et d'un revêtement protecteur permettant la réflexion de la lumière emprisonnée (voir figure 1). Cette fibre est également protégé par divers autres moyens mécaniques qui divergent selon les types d'application et selon l'environnement dans lequel elle est utilisée.

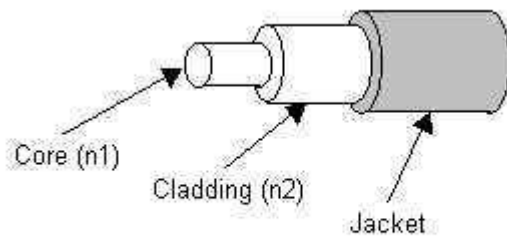


Figure 1

- Il y a principalement deux types de fibre optique: monomode et multimode (gradient d'indice et saut d'indice).

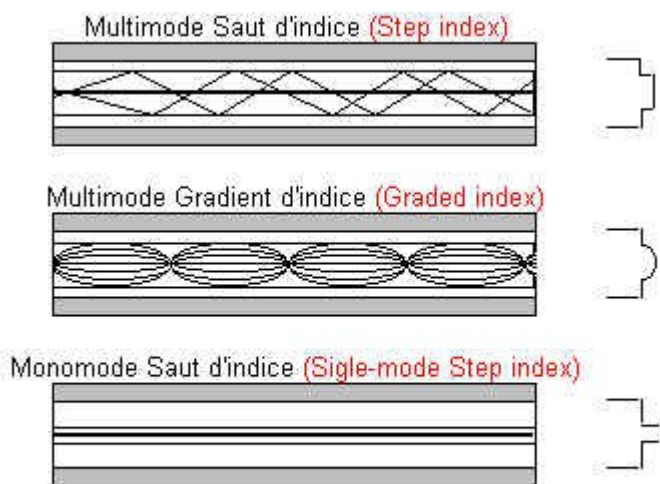


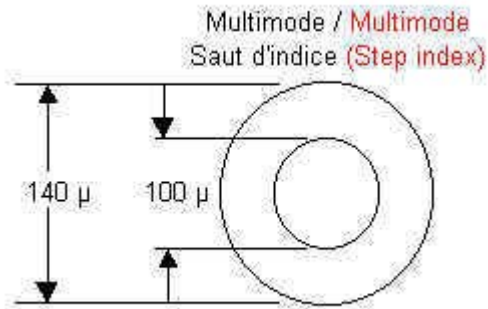
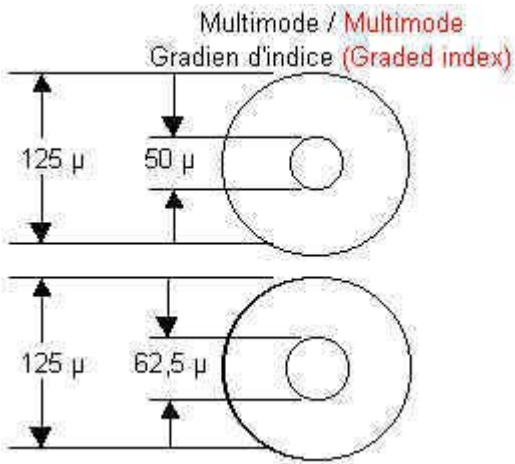
Figure 2

Monomode:

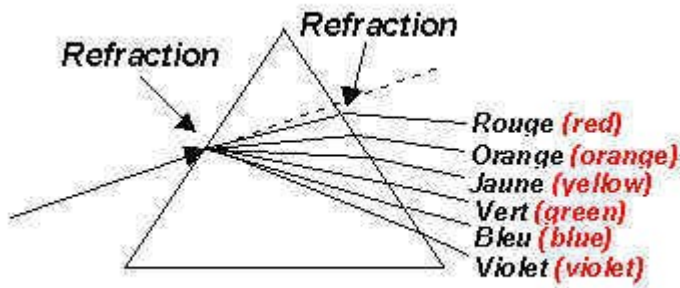
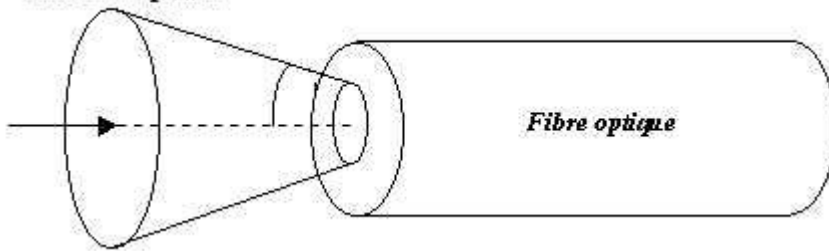
Fibre généralement utilisé pour de grande distance et pour des applications demandant une grande largeur de bande. On retrouve des fibres monomodes à dispersion décalée et à dispersion non-décalée. Le cœur de cette fibre est généralement de $8 \text{ à } 10 \mu \text{ +/- } 2 \mu$. On retrouve ces fibres dans des réseaux MAN et WAN. L'atténuation en dB/km de ce type de fibres est moins importantes que les fibres multimodes. En règle générale, les épissures et les essais effectués sur ces fibres demandent plus d'attention de la part des techniciens fusionneurs.

Multimode:

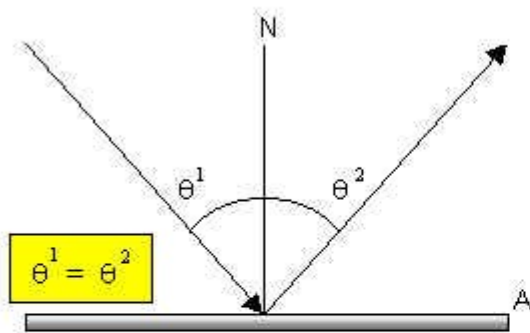
Fibre généralement utilisé pour de courte distance (réseaux LAN et MAN), cette fibre est très répandue. Il y a deux principaux type de fibre multimode: à saut d'indice et à gradient d'indice. Les fibres à gradient d'indice $50\mu/125\mu$ sont généralement utilisées en Europe, tandis que celle à $62,5\mu/125\mu$ sont utilisé en Amérique du nord.



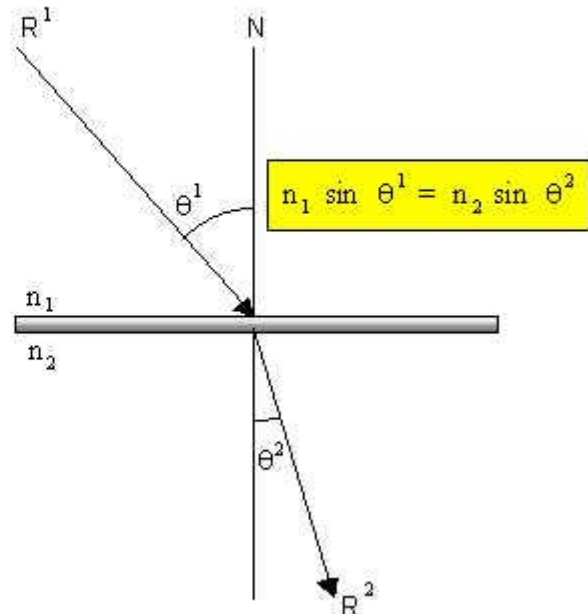
Cône d'acceptance



Réflexion



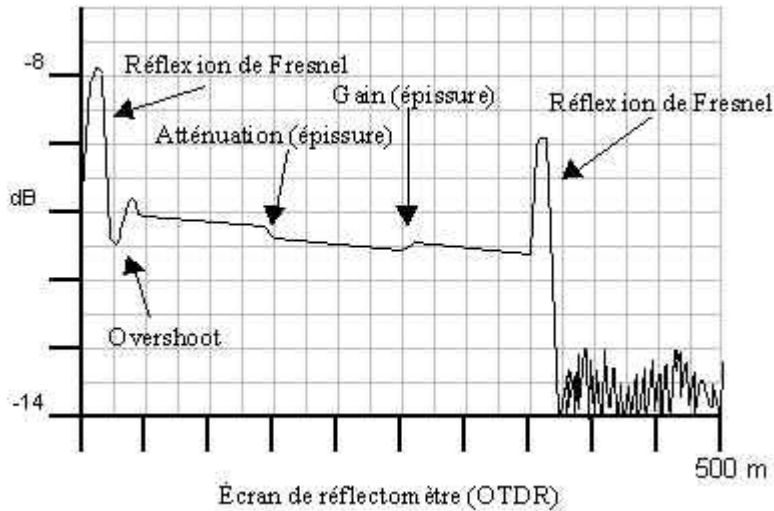
Réfraction



- La réflectométrie...



- Qu'est-ce qu'un OTDR (optical time domain reflectometer)...



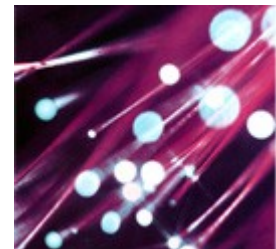
- À quoi consiste cet essai...
- Qu'est-ce qu'une réflexion de Fresnel...
- Qu'est-ce qu'un atténuation...
- Qu'est-ce qu'un gain...
- Quelle sont les unités de mesure pour l'atténuation...
- Que retrouve-t-on sur un écran d'OTDR...
- Qu'est-ce qu'un echo...
- Tableau de fenêtre d'opération selon type de fibre...
- etc, etc, etc.....

Technologie de pointe : La fibre optique



Sommaire de la page :

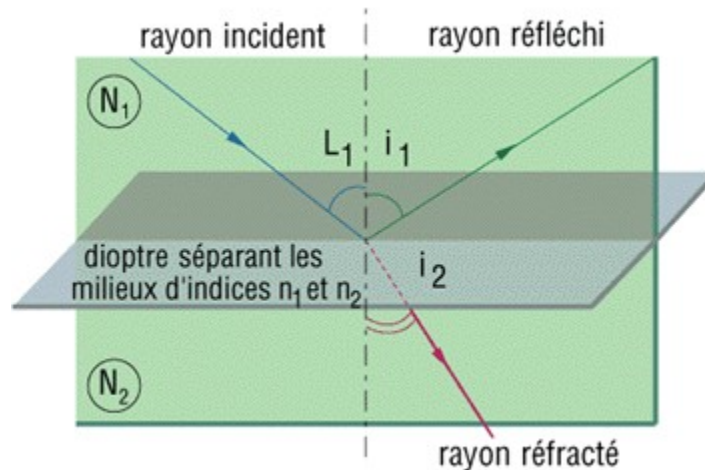
[Voyage au coeur de la fibre](#)
[Câbles à fibres optiques](#)
[Les applications de la fibre optique](#)
[Pose de la fibre](#)



Mesure de la fibre

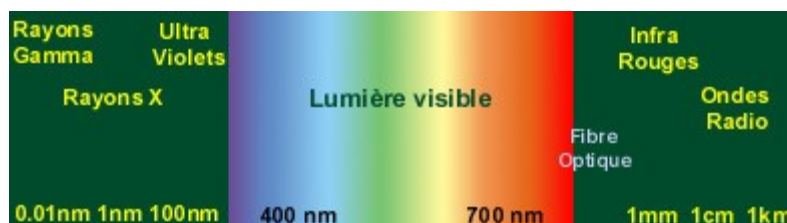
Voyage au coeur de la fibre

Lorsqu'un faisceau lumineux heurte obliquement la surface qui sépare deux milieux plus ou moins transparents, il se divise en deux : une partie est réfléchi tandis que l'autre est réfractée, c'est à dire transmise dans le second milieu en changeant de direction. L'indice de réfraction (voir animation site Walter Fendt) est une grandeur caractéristique des propriétés optiques d'un matériau. Il est obtenu en divisant la vitesse de la lumière dans le vide ($C_v=299\,792\text{ Km/s}$) par la vitesse de cette même onde dans le matériau. Plus l'indice est grand, et plus la lumière est lente. Ainsi, dans l'air, la vitesse de la lumière est à peu près égale à C_v ; dans l'eau, elle est égale à 75% de C_v ; dans le verre, elle est égale à environ 55% ou 60% de C_v selon le type de verre.



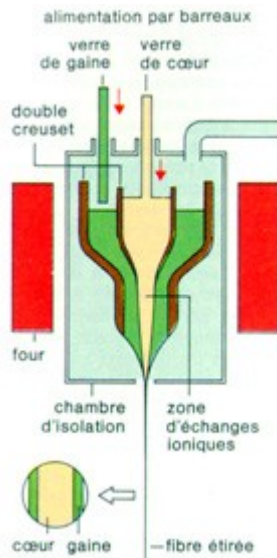
C'est ce principe qui est utilisé pour guider la lumière dans la fibre. La fibre optique comprend ainsi deux milieux : le coeur, dans lequel l'énergie lumineuse se trouve confinée, grâce à un second milieu, la gaine, dont l'indice de réfraction est plus faible. Les recherches menées dans les années 1970 ont conclu que la silice était un bon support pour des longueurs d'onde prises dans le proche infrarouge (850 nm - 1300 nm - 1500 nm).

La fabrication en série de lasers à semi-conducteurs dans ces longueurs d'onde est venue par la suite confirmer ce choix. Un laser (light amplification by stimulated emission of radiation), amplification de la lumière par émission stimulée de radiations, est un dispositif qui amplifie la lumière et la rassemble en un étroit faisceau, dit cohérent, où ondes et photons associés se propagent en phase, au lieu d'être arbitrairement distribués. Cette propriété rend la lumière laser extrêmement directionnelle. Le rayonnement est également d'une grande pureté spectrale, le processus d'émission des photons garantissant leur régularité quantique.



La fabrication d'une fibre optique passe par la réalisation d'une préforme cylindrique en barreau de silice. La silice est un composé oxygéné du silicium, de formule SiO_2 , présent dans un grand nombre de minéraux, tels que le quartz, la calcédoine et l'opale.

La fibre est ensuite étirée à partir de ce barreau. Son centre, qui constitue le coeur de la fibre, nécessite une silice très pure avec un minimum d'ions hydroxydes OH^- .



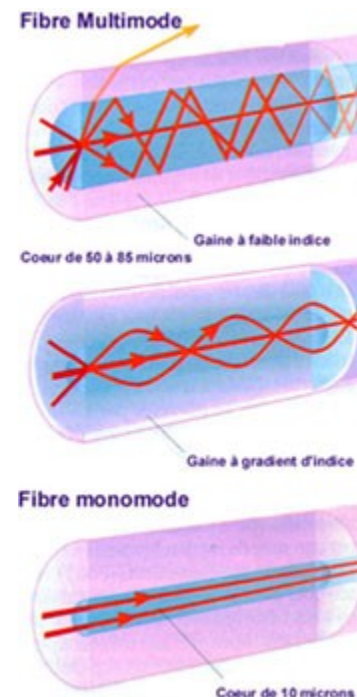
Le coeur est entouré d'une silice de moindre qualité qui forme la gaine optique. On réalise un écart d'indice entre le coeur et la gaine en incorporant des dopants, tels que :

- le germanium et le phosphore qui accroissent l'indice dans le coeur,
- le bore et le fluor qui le font décroître dans la gaine.



Une préforme de verre d'une longueur de 1 m et d'un diamètre de 10 cm permet d'obtenir par étirement une fibre monomode d'une longueur d'environ 150 Km.

Les fibres multimodes ont un diamètre de coeur important (de 50 à 85 microns). Un rayon lumineux pénétrant dans le coeur de la fibre, à l'une de ses extrémités, se propage longitudinalement jusqu'à l'autre extrémité grâce aux réflexions totales qu'il subit à l'interface entre le verre de coeur et le verre de gaine. Parmi les fibres multimodes, on distingue les fibres à faible indice ou saut d'indice (débit limité à 50 Mb/s) et les fibres à gradient d'indice (débit limité à 1 Gb/s).



Les fibres monomodes ont un diamètre de coeur (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 coeur des fibres monomodes nécessite une grande puissance d'émission qui est délivrée par des diodes-laser.

Les caractéristiques essentielles d'une fibre optique monomode pour la transmission d'un signal sont :



- l'affaiblissement (dB) par unité de longueur (Km), qui est fonction de la longueur d'onde, soit 0,36 dB/Km à 1300 nm et 0,2 dB/Km à 1550 nm
- la dispersion chromatique, qui conduit à un élargissement d'une impulsion lumineuse du fait de la variation des vitesses de propagation, ce qui est pénalisant dans le cas d'une modulation directe (1 ou 0) du signal optique,
- la dispersion des modes de polarisation (PMD), qui se caractérise par un étalement spectral en ligne,
- la longueur d'onde de coupure.

L'UIT-T a dans un premier temps normalisé la fibre monomode G-652 (fibre à dispersion non décalée) qui compte plus de 80 millions de Km de fibres installées dans le monde, puis la fibre monomode G-653 (fibre à dispersion décalée, notamment utilisée dans les câbles sous-marins).

Mais, les effets non linéaires de la dispersion chromatique et de la dispersion de mode, conjugués aux forts niveaux de puissance produits à la sortie des amplificateurs étant des paramètres critiques pour le haut débit, ont conduit quelques fournisseurs à proposer à la standardisation une nouvelle fibre optique monomode, spécialement conçue pour les systèmes **WDM** amplifiés.



Ainsi est née, sous la spécification G-655, la fibre NZDF (Non Zero Dispersion Fiber), fibre à dispersion non nulle, utilisée aujourd'hui dans les infrastructures terrestres et sous-marines longue distance.

Type de fibre monomode :	G 652	G 653	G 655
Année de mise en service	1983	1985	1994
Longueur d'onde	1310	1550	1550
Affaiblissement 1285 - 1330 nm	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Affaiblissement 1550 nm	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Dispersion chromatique 1285 - 1330	< 3,5	< 23	< 23
Dispersion chromatique 1550 nm	< 19	< 3,5	< 3,5
Dispersion du mode de polarisation	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Longueur d'onde de coupure	1150 / 1280	1050 / 1350	1450

Lucent Technologies, après avoir déjà conçu une fibre G-655 "TrueWave" garantissant l'homogénéité des performances de ce type de fibre dans la bande 1528-1565 nm, a réalisé une fibre optique "All Wave" capable de fonctionner sur une large étendue du spectre de lumière, à savoir : 1300 nm - 1400 nm - 1550 nm (fenêtre pour le WDM) - 1620 nm, en utilisant un nouveau procédé breveté de purification permettant d'éliminer les molécules d'eau résiduelles dans le coeur de la fibre, molécules d'eau qui rendaient inutilisables les fibres dans certaines zones du spectre optique.

Le tableau suivant compare les distances maximales autorisées par les fibres G 652 et G 655 du fait de la dispersion induite pour différentes valeurs du débit de transmission :

Type de fibre	Débit		
	2,5 Gb/s	10 Gb/s	40 Gb/s
Fibre standard (G 652)	1000 Km	60 Km	3 Km
True Wave (G 655)	6000 Km	400 Km	25 Km

Alcatel a établi en laboratoire un nouveau record du monde en transportant une capacité de 5 Tbit/s (125 canaux DWDM à 40 Gbit/s) sur une distance de 1 500 kilomètres de sa fibre optique TeraLight(TM) Ultra. Cette démonstration a été réalisée en utilisant des amplificateurs hybrides Erbium/Raman à deux étages, des systèmes DWDM 40 Gbit/s, la technologie FEC (Forward Error Correction ou code correcteur d'erreur) et la fibre optique TeraLight(TM) Ultra spécifiquement optimisée pour la transmission haut débit sur de très longues distances. La performance ainsi réalisée permet de transporter simultanément, sur une seule fibre optique, 80 millions d'appels téléphoniques ou plus de 500 000 connexions Internet ADSL.

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.

Câbles à fibres optiques

Les fibres optiques sont ensuite placées dans des câbles qui en assurent le conditionnement (plus ou moins de fibres enrobées dans des tubes ou des rubans), la protection mécanique et chimique. La taille et le poids réduit des câbles à fibres optiques permettent des poses d'un seul tenant pouvant dépasser 4800

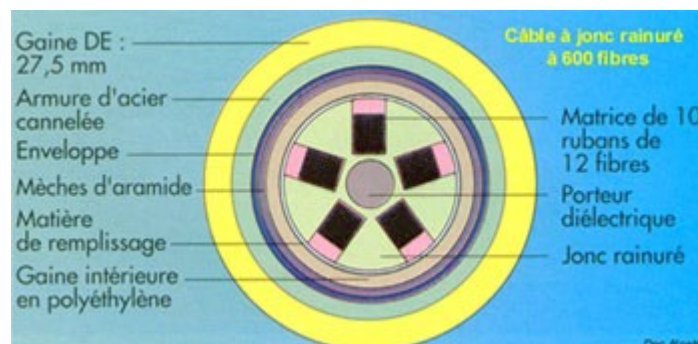
m contre seulement 300 m avec un câble coaxial en cuivre. Pour tenir compte des contraintes de déroulage sur les voies ferrées, les tourets de câbles optiques de Telcité sont limités à 2100 m.

Les principales structures de câble à fibres optiques sont :

- le câble à structure libre tubée (n fibres dans m tubes de protection libres en hélice autour d'un porteur central). La capacité type est de 2 à 432 fibres,
- le câble à tube central (n fibres libres dans 1 tube central, la rigidité étant assurée par des mini-porteurs placés dans la gaine),
- le câble ruban à tube central (n fibres les unes à côté des autres dans m rubans dans 1 tube central). La capacité type est de 12 fibres par 18 rubans, soit 216 fibres. L'avantage de ce type de câble est de pouvoir souder simultanément la totalité des fibres d'un même ruban.
- le câble ruban à tubes libres (n fibres les unes à côté des autres dans m rubans dans p tubes libres en hélice autour d'un porteur central).



- le câble à jonc rainuré (n fibres dans m rubans dans p joncs). La capacité type est de $(8 \text{ à } 12) \times 10 \times 5 = 400 \text{ à } 600$ fibres.
- le câble ruban à jonc rainuré,



La réalisation des câbles doit tenir compte des contraintes physiques et chimiques ainsi que des conditions de sécurité de l'environnement où il sont déployés. Ainsi, on trouve une grande variété de câbles spécifiques :

- des câbles ignifuges, sans halogène (cas des câbles RATP et ceux de Telcité),
- des câbles sans métal résistant aux rongeurs,
- des câbles résistant aux termites,
- des câbles pour l'industrie pétrochimique,
- des câbles pour environnement hostile (vapeur, humidité, hydrogène, hydrocarbure),
- des câbles sous-marins transocéaniques, (France Télécom a mis en service commercial, en août 1999, le câble optique "SEA-ME-WE 3" de 40 000 Km, le plus long au monde),
- des câbles pour les égouts,
- des câbles pour applications aériennes sur lignes haute tension,

Les applications de la fibre optique

Elles sont nombreuses et les plus connues concernent :

- les télécommunications, pour la réalisation des réseaux haut débit des opérateurs en technologie WDM, SDH, ATM.

- l'audiovisuel, pour la réalisation des réseaux câblés de télévision en association avec le câble coaxial utilisé pour le raccordement de l'abonné,



- la médecine, où la fibre optique est notamment utilisée :

* en chirurgie associée à un faisceau laser qui permet de : pulvériser un calcul rénal, découper une tumeur, réparer une rétine ...

* en **endoscopie**, pour éclairer l'intérieur du corps et transmettre les images jusqu'au médecin.

- l'éclairage (muséographique, architectural, espaces d'agrément publics ou domestiques),



- le balisage, le surlignage de bâtiments, le silhouettage,
- la décoration/illumination de piscines, bassins, fontaines,
- la signalétique d'orientation et d'information (panneaux de signalisation et enseignes),



- la signalisation routière (ronds points, séparation de voies de circulation).

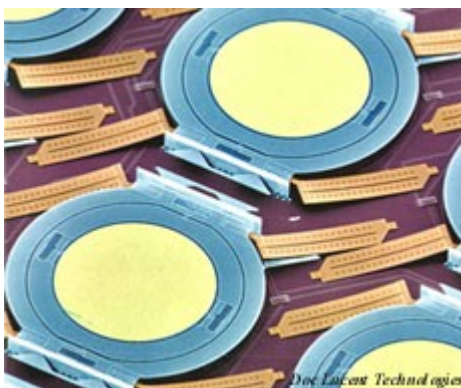
D'autres applications sont développées pour la réalisation de différents capteurs, comme par exemple le gyroscope à fibres optiques qui utilise une propriété physique de la lumière : les rayons lumineux qui parcourent les trois bobines de fibres de ce nouveau gyroscope se déphasent quand le véhicule (fusée, avion, bateau, voiture) change de direction. Le système calcule ainsi sa position avec une précision de 0,1 degré à l'heure. Ne contenant pas de pièces mécaniques et ne nécessitant qu'une faible énergie électrique, il est l'appareil idéal pour constituer le coeur des systèmes de navigation des fusées et des satellites.

En conclusion, la plupart des technologies nécessaires au déploiement d'une infrastructure "tout-optique" sont aujourd'hui disponibles :

- la fibre optique, de plus en plus performante en bande passante,
- le multiplexage en longueurs d'onde (le [WDM](#) et [DWDM](#)),
- l'insertion/extraction de longueurs d'onde, les amplificateurs large bande, le brassage optique.



Des technologies pour l'aiguillage des faisceaux de photons (routage optique) sont en cours de développement, par exemple :



- Agilent travaille sur un système basé sur des bulles de gaz,

- Nanovatron utilise une technique de résonateurs optiques,

- Lucent Technologies a opté pour le dispositif des micromiroirs mobiles (photo ci-contre), qui appartient à la famille des MEMS (Micro Electro Mechanical Systems). Les MEMS sont produits par gravure comme les puces

électroniques.

Lucent Technologies commercialise aujourd'hui un routeur optique, le WaveStar/ LambdaRouter. Ce dernier regroupe 256 fibres optiques en entrée, suivant une matrice 16 x 16, et 256 fibres optiques en sortie, également disposées en matrice 16 x 16, adressables individuellement par le jeu de 256 micromiroirs mobiles, implantés sur une base de silicium de 2,5 cm². Il est 16 fois plus rapide que les commutateurs électroniques utilisés dans les réseaux actuels.



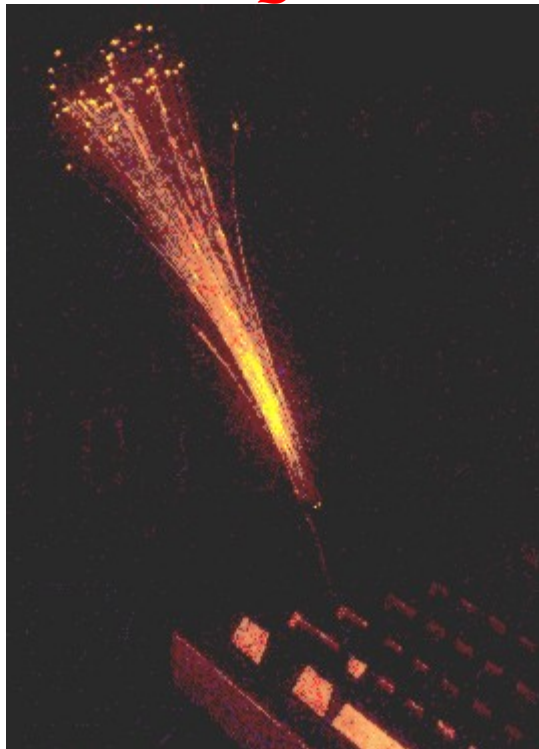
[Pose de la fibre optique sur les emprises de la RATP](#)

Pour d'autres informations techniques sur les télécommunications : SDH, WDM, TCP/IP et autres technologies filaires (ADSL, PLC) et radio (GPRS, EDGE, UMTS, BLR, WAP) consulter le site de NAXOS, filiale opérateur de Telcité :



[Sommaire](#)

LA FIBRE OPTIQUE EN IMAGES



De nos jours, la fibre optique est un media qui est utilisé pour transmettre toutes le données numériques, telles que les paquets Ethernet, FDDI et ATM du réseau informatique, la video et le son, puisque les centraux téléphoniques de l'Université sont couplés entre-eux par des fibres.

L'Université de Genève a, depuis 1985, installé nombre de kilomètres de fibre pour ses besoins en transmission de données. Tant entre les bâtiments, avec l'aide des PTT et du DTP, qu'à l'intérieur de ceux-ci, jusqu'au poste de travail.

Les pages qui suivent, démontrent comment l'on fabrique la fibre, comment on la connecte et comment on la mesure.

Merci aux [Câbles de Cortailod - ALCATEL SA](#) qui ont fourni une excellente documentation technique, sans laquelle ces pages n'auraient pu être créées.

ATTENTION !!

Ce document est illustré par de nombreuses séquences VIDEO MPEG qui nécessite l'installation d'un "[Viewer MPEG](#)" sur votre poste de travail.

● [Un peu de théorie](#)

● [La fabrication de la fibre à Cortailod](#)

● [La connectique](#)

● [Les mesures de qualité](#)

● [Quelques réalisations](#)

NEW [Pose de la fibre optique dans le lac Léman](#)

● [Contact: Jean-François L'haire](#)



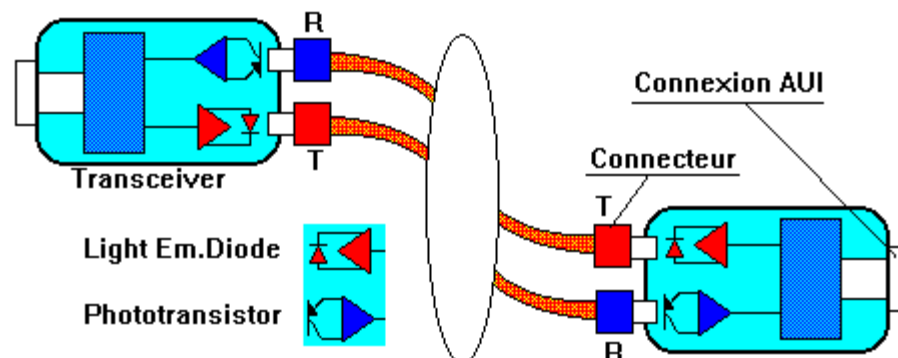
Table des matières



[Retour à la page d'accueil de l'Université de Genève](#)

Janvier 1999

UN PEU DE THEORIE



Conversion de signaux électriques en signaux optiques au moyen d'un transceiver Ethernet

Le transceiver optique a pour fonction de convertir des impulsions électriques en signaux optiques véhiculés au cœur de la fibre. A l'intérieur des deux transceivers partenaires, les signaux électriques seront traduits en impulsions optiques par une LED et lus par un phototransistor ou une photodiode.

On utilise une fibre pour chaque direction de la transmission.

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

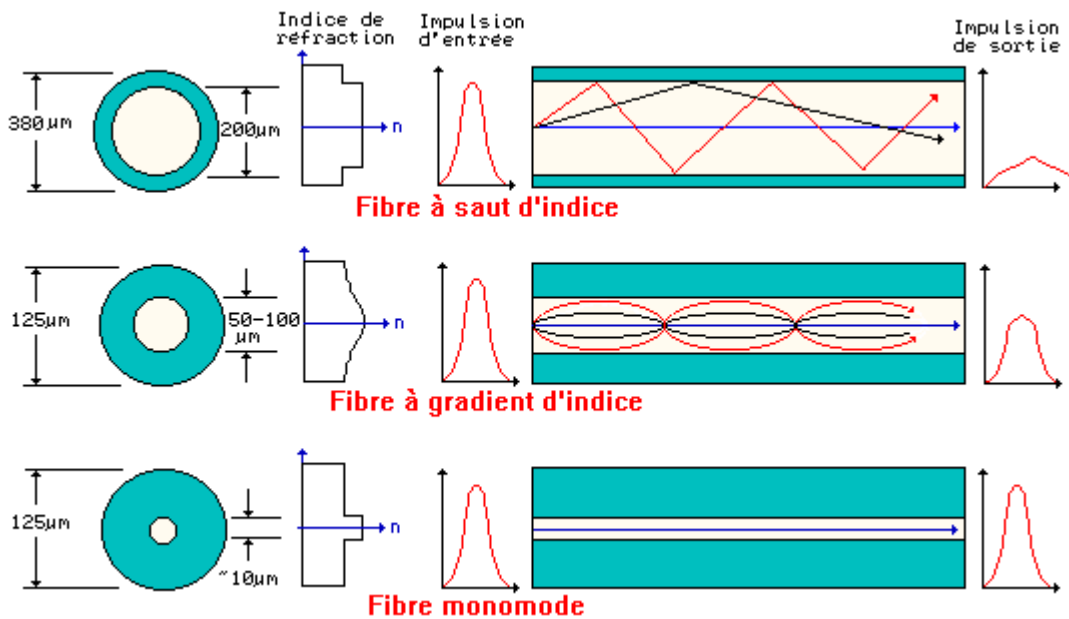
Les trois types de fibre optique

- **La fibre à saut d'indice** 200/380 constituée d'un coeur et d'une gaine optique en verre de différents indices de réfraction. Cette fibre provoque de par l'importante section du coeur, une grande dispersion des signaux la traversant, ce qui génère une déformation du signal reçu.

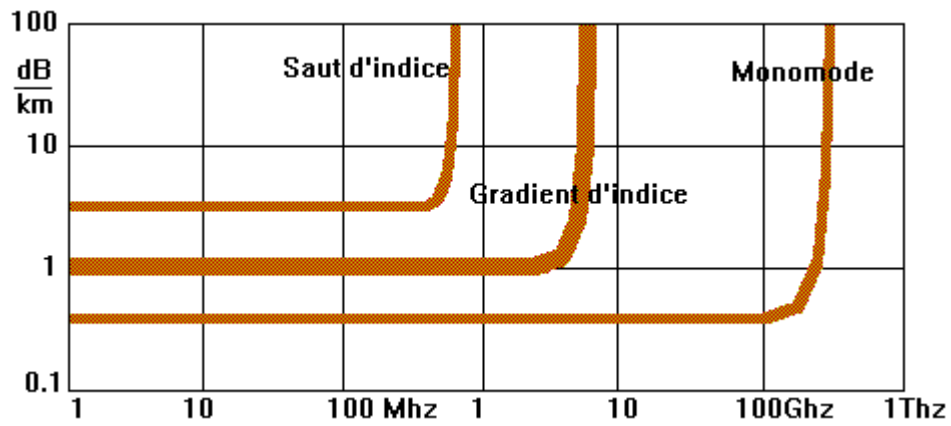
- **La fibre à gradient d'indice** dont le coeur est constitué de couches de verre successives ayant un indice de réfraction proche. On s'approche ainsi d'une égalisation des temps de propagation, ce qui veut dire que l'on a réduit la dispersion modale. Bande passante typique 200-1500Mhz par km. C'est ce type de fibre qui est utilisé à l'intérieur des bâtiments de l'Université (62.5/125) et entre certains sites desservis par les PTT (50/125).

- **La fibre monomode** dont le coeur est si fin que le chemin de propagation des différents mode est pratiquement direct. La dispersion modale devient quasiment nulle. La bande passante transmise est presque infinie (> 10 Ghz/km). Cette fibre est utilisée essentiellement pour les sites à distance.

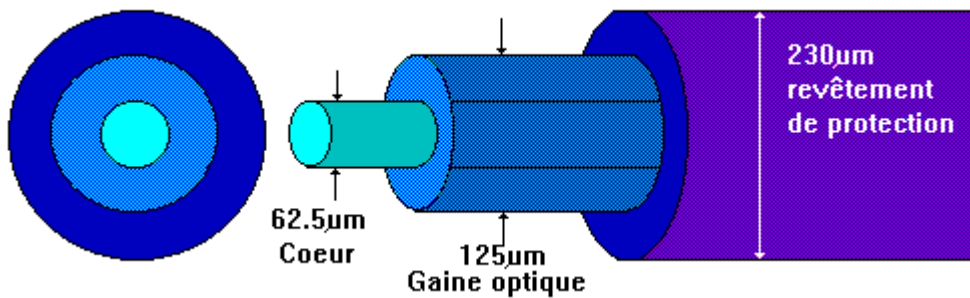
Le petit diamètre du coeur (10µm) nécessite une grande puissance d'émission, donc des diodes laser qui sont relativement onéreuses.



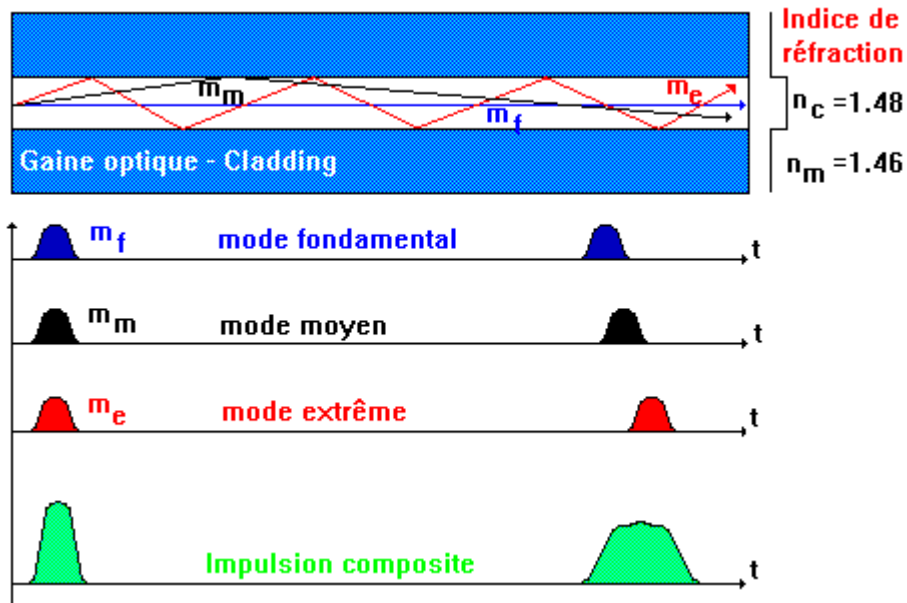
Propagation de la lumière dans les trois types de fibres



L'atténuation est constante quelle que soit la fréquence
Seule la dispersion lumineuse limite la largeur de la bande passante.

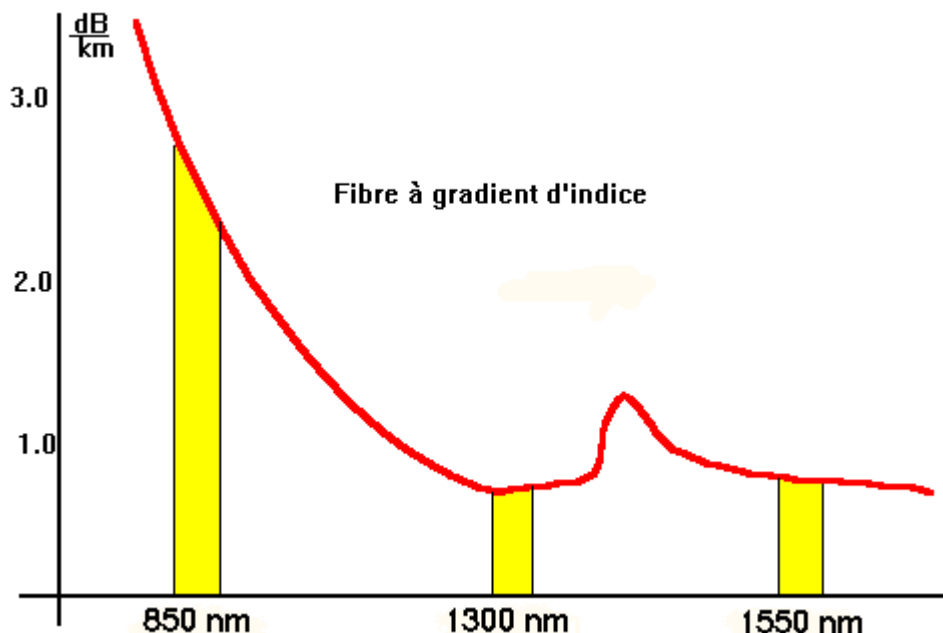


Constitution d'une fibre optique multimode



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 nodale.



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).

[Fabrication de la fibre](#) • [Connectique](#) • [Les mesures de qualité](#) • [Quelques réalisations](#) • [Léman](#)

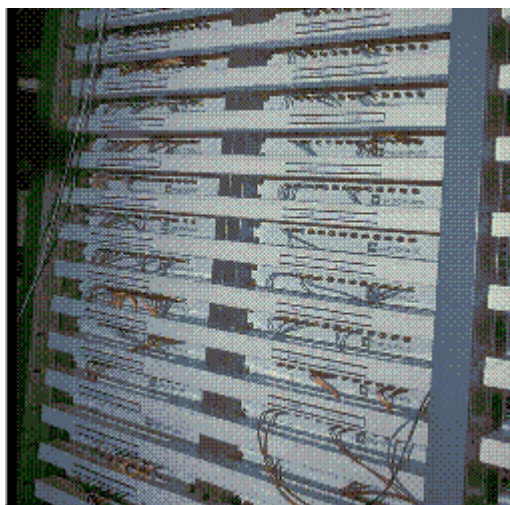


Table des matières



[Retour à la page d'accueil](#)

CONNEXION DE LA FIBRE OPTIQUE



Centre de distribution de la fibre optique à Uni-Dufour

Les trois séquences video qui suivent montrent comment l'on monte un connecteur ST au moyen d'une simple pince à sertir.

C'est cette technique que nous utilisons largement pour raccorder les appareils du réseau. Cette méthode tend à remplacer l'ancienne méthode qui nécessitait un collage de la fibre à l'intérieur du connecteur au moyen d'epoxy.

 VIDEO MPEG 6.7 Meg [Préparation de la fibre](#)

 VIDEO MPEG 2.7 Meg [Sertissage d'un connecteur ST](#)

 VIDEO MPEG 4.3 Meg [Polissage de la fibre](#)

Il existe nombre de connecteurs pour la fibre optique. Les plus répandus sont les connecteurs **ST** et **SC** . Pour les réseaux FDDI, on utilise les connecteurs doubles **MIC** .

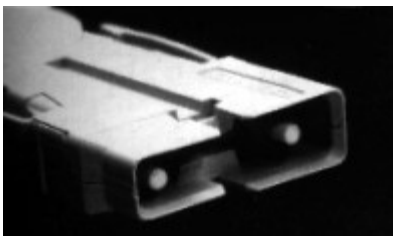
Il faut encore citer les connecteurs **SMA** (à visser) et les connecteurs **FCPC** utilisés pour la fibre monomode.



Connecteur ST



Connecteur SC



Connecteur FDDI ou MIC

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

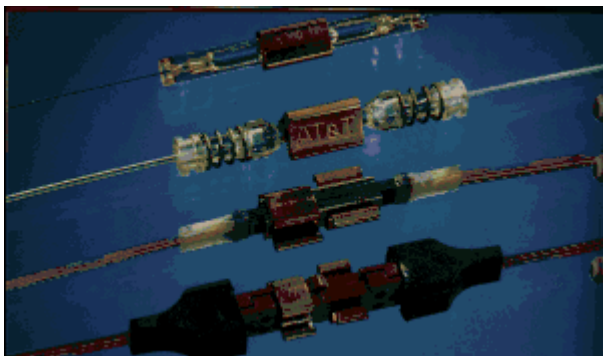
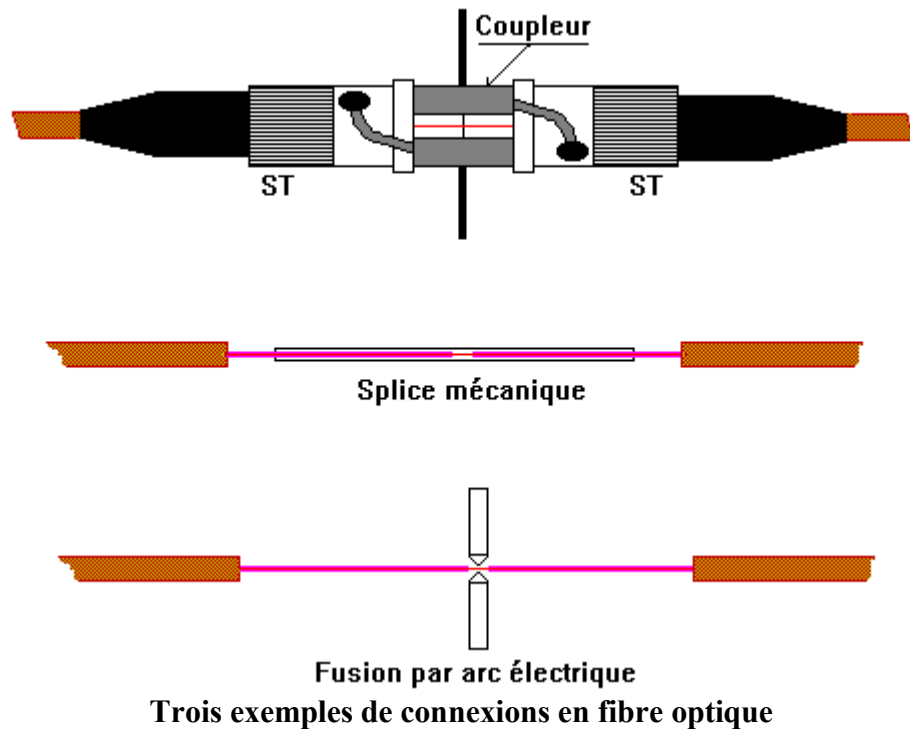
- Le couplage mécanique de deux connecteurs mis bout à bout au moyen d'une pièce de précision. Le dessin ci-dessous montre l'union de deux connecteurs ST, mais il existe des coupleurs ST/SC ou ST/MIC.

- Le raccordement par *Splice* mécanique qui est utilisé pour les réparations à la suite de rupture ou pour raccorder une fibre et un connecteur déjà équipé de quelques centimètres de fibre que l'on peut acquérir dans le commerce (*Pig tail*).

- La fusion au moyen d'un appareil à arc électrique appelé fusionneuse.

 VIDEO MPEG 2.8 Meg [Préparation de la fibre](#)

 VIDEO MPEG 6.4 Meg [Soudure de la fibre](#)



Connexion mécanique "splice" de deux fibres

Boîte de connexion où l'on peut installer des coupleurs ou des connecteurs *Pig tail*.



Boîte de connexion murale pour connecteurs ST

[Théorie](#) [Fabrication de la fibre à Cortailod](#) [Les mesures de qualité](#) [Quelques réalisations](#) [Léman](#)



[Retour à la page d'accueil](#)