



Amphenol

Fiber Optic Solutions

COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE

COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE

QU'EST-CE QUE LA FIBRE OPTIQUE ?

■ Structures et types de fibres

Une fibre optique est constituée de 3 éléments concentriques comme représenté ci-dessous:

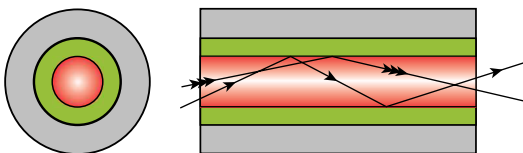


Le **cœur**: C'est dans cette zone, constituée de verre, que la lumière est guidée et se propage le long de la fibre.

La **gaine**: Couche de verre qui entoure le cœur. La composition du verre utilisé est différente de celle du cœur. L'association de ces deux couches permet de confiner la lumière dans le cœur, par réflexion totale de la lumière à l'interface cœur-gaine.

La **couche de protection**: c'est un revêtement de protection mécanique généralement en PVC.

• La fibre multimode



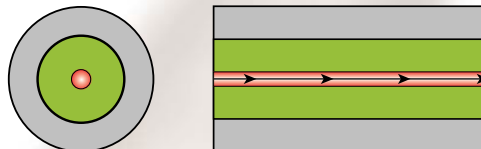
Ce type de fibre est dit « multimode » car la lumière se propage suivant plusieurs « modes », c'est à dire qu'elle peut suivre plusieurs trajets à l'intérieur du cœur.

La fibre multimode

50 / 125 ou 62,5 / 125

— diamètre de la gaine en microns (μm)
— diamètre du cœur en microns (μm)

• La fibre monomode



Dans ce cas, la fibre est dite « monomode » car, en raison de la très petite taille du cœur (9 μm), il n'y a qu'un seul mode de propagation de la lumière.

La fibre monomode

9 / 125

— diamètre de la gaine en microns (μm)
— diamètre du cœur en microns (μm)

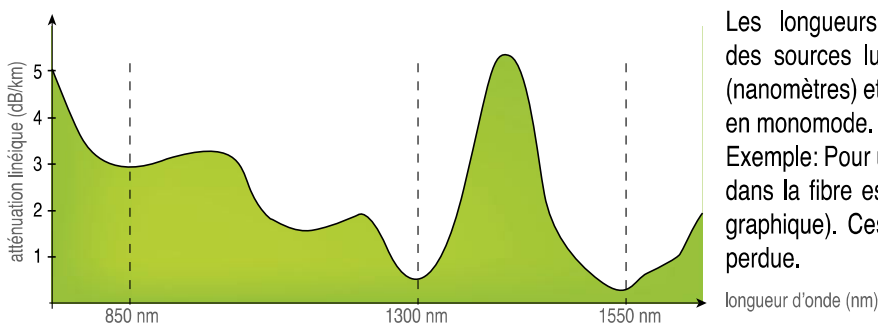
CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA FIBRE

■ Atténuation et longueur d'onde

La lumière, lorsqu'elle se propage le long de la fibre, s'atténue progressivement. Cette atténuation s'exprime par une valeur en dB/km (décibel par kilomètre). Cette atténuation dépend de la longueur d'onde (λ), c'est à dire de la couleur (fréquence) de la lumière.

En conséquence la longueur d'onde de la lumière utilisée pour transmettre un signal dans une fibre optique n'est pas choisie au hasard, elle correspond à un minimum d'atténuation.

La courbe d'atténuation a l'allure suivante:



Les longueurs d'onde utilisées, et donc pour lesquelles des sources lumineuses ont été développées sont 850 nm (nanomètres) et 1300 nm en multimode, et 1310 nm et 1550 nm en monomode.

Exemple: Pour une utilisation à 850 nm, l'atténuation de lumière dans la fibre est de 3 dB au bout d'1 km de fibre (d'après le graphique). Ces 3 dB signifient que 50% de la lumière a été perdue.

COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE

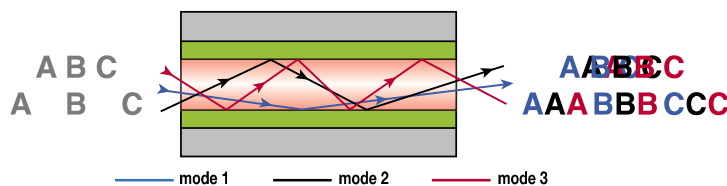


■ Bande Passante

C'est une mesure de la capacité de transport de données d'une fibre optique. Par exemple, une fibre peut avoir une bande passante de 400 MHz.km (méga-hertz kilomètre). Cela signifie qu'elle peut transporter 400MHz sur 1 km.

Elle dépend du type de fibre, la fibre monomode permet d'avoir un débit d'informations beaucoup plus important que la multimode :

• cas multimode



Une information (A, B ou C) se propage dans la fibre suivant n modes, ce qui la déforme, comme si elle se « dédoublait » n fois (par exemple sur le schéma ci-dessus, le trajet suivant le mode 3 est plus long que celui suivant le mode 2, qui est lui-même plus long que le trajet suivant le mode 1). Si les informations arrivent trop rapprochées, elles risquent alors de se mélanger, et ne sont pas récupérables à la sortie de la fibre. Il faut donc les espacer suffisamment, c'est à dire limiter le débit.

• cas monomode



Une information (A, B ou C) se propage dans la fibre suivant un seul mode, donc n'est pas déformée. On peut donc rapprocher beaucoup plus les informations c'est-à-dire obtenir un débit bien plus important.

■ POURQUOI CHOISIR LA FIBRE OPTIQUE ?

Les principaux avantages de la fibre optique sont les suivants :

- **Faible atténuation:** la fibre optique a une atténuation moins importante que les conducteurs électriques, ce qui permet de transmettre des informations sur de plus longues distances en nécessitant moins de répéteurs.
- **Grande bande passante:** la fibre optique permet d'atteindre des capacités de transport bien plus élevées que le cuivre. Les bandes passantes typiques sont de 200 à 600 MHz.km pour des fibres multimodes, et > 10 GHz.km pour des fibres monomodes, comparées à 10 à 25 MHz.km pour des câbles électriques usuels.
- **Insensibilité aux perturbations électromagnétiques:** les fibres optiques sont immunes aux parasites électromagnétiques, et elles mêmes n'émettent aucune radiation.
- **Liaison non détectable:** les câbles à fibre optique étant dans la plupart des cas totalement diélectriques, ils sont transparents vis à vis de tous types de détecteurs.
- **Isolation électrique:** les fibres optiques permettent d'effectuer des transmissions entre points de potentiels électriques différents, et au voisinage d'installations à haute tension.
- **Taille et poids réduits:** pour faire passer une quantité d'informations équivalente, le volume et la masse de câble à fibre optique à utiliser sont bien moindres qu'en câble électrique.

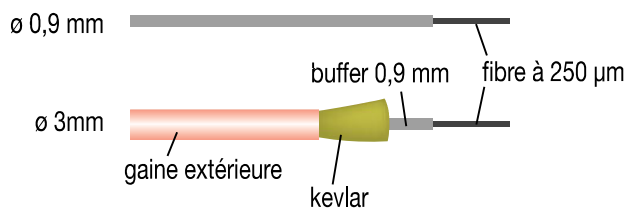
COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE

LES CÂBLES A FIBRE OPTIQUE

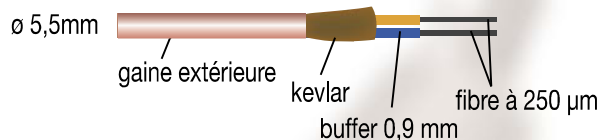
La fibre seule, c'est à dire les deux couches actives (cœur et gaine) et la couche de protection plastique, a un diamètre extérieur de 250 microns. Elle est donc très fragile.

Il faut donc constituer des câbles pour renforcer cette fibre et la rendre manipulable plus facilement. Il existe un très grand nombre de constructions de câbles différentes (cf. ci-dessous quelques exemples).

câble monovoie:



câble multivoies:



COMMENT RACCORDER DEUX FIBRES OPTIQUES ?

Il existe deux manières de raccorder entre elles deux fibres optiques:

1 - L'épissure

Cette opération consiste à raccorder directement les deux fibres par soudure au moyen d'un arc électrique, en alignant le mieux possible les deux cœurs de fibre. Elle se fait grâce à un appareil appelé soudeuse ou épissureuse.



Avantages:

- Cette méthode de raccordement est rapide et relativement simple à mettre en œuvre.
- La perte de lumière engendrée par la soudure, due à un alignement des cœurs imparfait, reste très faible.

Inconvénients:

- Ce type de raccordement est relativement fragile (malgré une protection de la fusion par un tube thermorétractable).
- C'est un raccordement définitif.
- Il faut investir dans une soudeuse.

2 - L'utilisation de connecteurs

Dans ce cas, il faut réaliser le câblage d'un connecteur à chacune des extrémités des fibres à raccorder. On peut alors raccorder les deux fibres en raccordant les deux connecteurs.



Avantages:

- Ce type de raccordement est robuste. On peut choisir le type de connecteur et la robustesse de celui-ci en fonction du domaine d'application du système.
- Le raccordement est amovible. On peut connecter et déconnecter les deux fibres plusieurs centaines à plusieurs milliers de fois sans détérioration.

Inconvénients:

- La mise en œuvre est moins rapide que la fusion, et requiert une expérience ainsi que des outillages spécifiques.
- La perte de lumière due à la connexion est plus élevée que dans le cas d'une épissure.

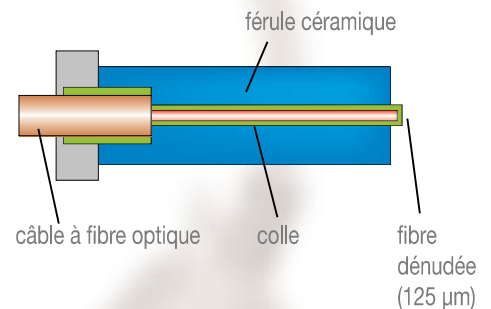
COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONNECTEURS

■ Câblage de la fibre dans une férule

Quel que soit le type de connecteur choisi il faut toujours commencer par insérer la fibre dans un contact appelé férule, généralement en céramique.

Cela permet ensuite de manipuler l'extrémité de la fibre beaucoup plus facilement.



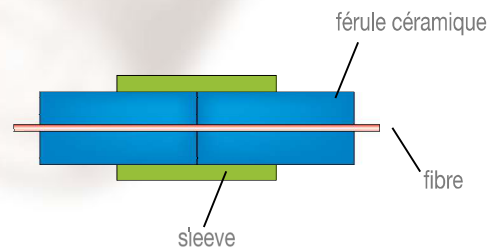
Les différentes étapes du câblage de la fibre dans la férule sont:

- le **dénudage** de la fibre, pour ne garder que les deux couches actives (la gaine et le cœur).
- le **collage** de la fibre dans la céramique. La fibre est introduite dans le trou de la céramique dont le diamètre est très précis, ajusté à celui de la fibre.
- le **clivage** de la fibre à ras de la céramique.
- le **polissage** de l'extrémité de la férule. Pour ce faire on utilise des toiles abrasives de grains de plus en plus fins, afin d'obtenir une surface de fibre parfaitement bien polie, et d'éliminer toutes les particules résiduelles gênantes.

■ La technologie fibre à fibre

Principe:

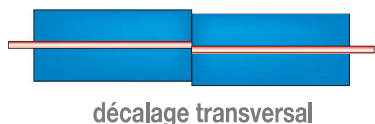
Le principe des connecteurs « fibre à fibre » consiste à mettre en contact physique les deux férules céramiques. Pour réaligner parfaitement les fibres face à face, on utilise une bague d'alignement de précision généralement en céramique appelée « sleeve ».



La lumière passe ainsi directement d'une fibre à l'autre.

Défauts:

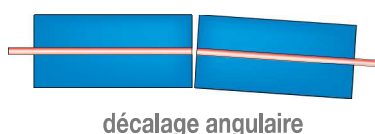
L'alignement des fibres n'est jamais parfait, il existe donc une perte de lumière lors du passage de celle-ci d'un côté à l'autre. Cette perte est plus ou moins importante suivant les défauts résiduels d'alignement ou de polissage:



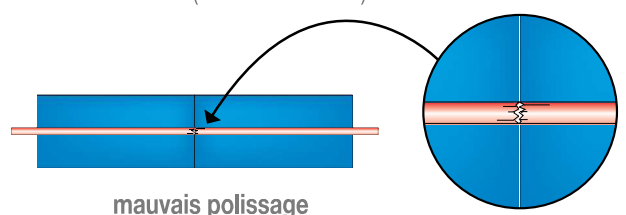
décalage transversal



couche d'air (mauvais contact)



décalage angulaire



mauvais polissage