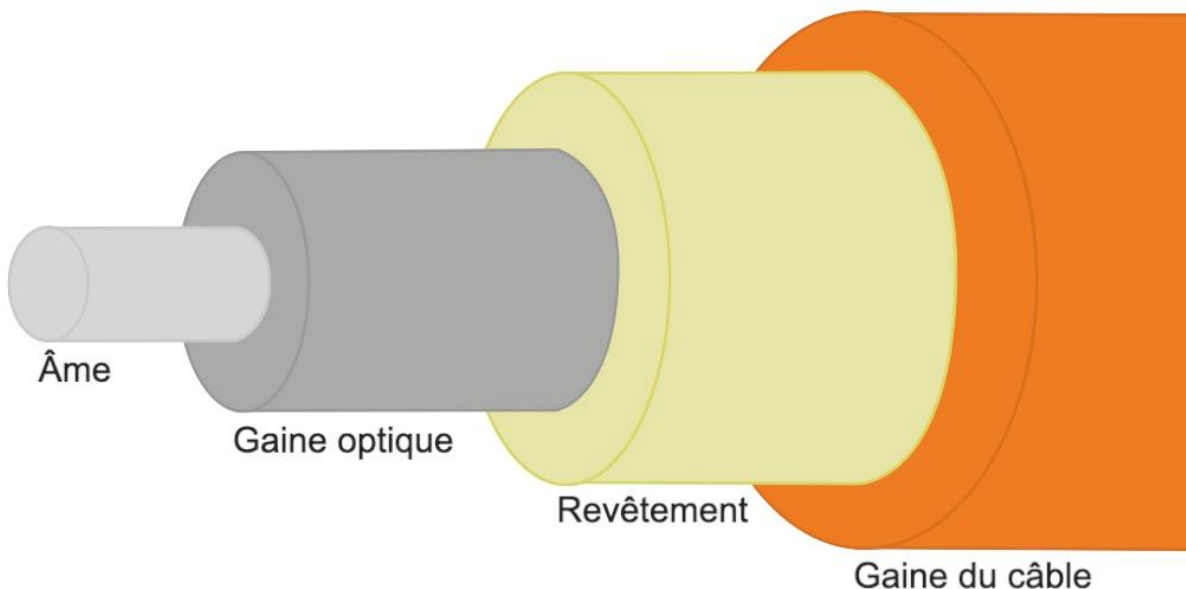


# La fibre optique (Partie 1)

La fibre optique est un fil ultrafin, en verre ou en plastique, qui se sert de la lumière pour transmettre des informations avec un très haut débit. Elle est notamment utilisée pour l'éclairage, dans les télécommunications ou en informatique. Vous souhaitez mettre en place un réseau domestique en fibre optique ? Ou alors le cordon de votre box Internet est tout simplement cassé et vous ne savez pas comment le remplacer ? Nous vous proposons une série de 3 articles qui vous aideront à trouver la jarretière optique qu'il vous faut !

## Introduction

Pour faire la liaison entre deux équipements dans une installation de fibre optique, on utilise une jarretière optique, aussi appelée cordon à fibre optique. Elle se compose d'une âme dans laquelle circule les signaux lumineux, d'un câble optique et de deux connecteurs à chaque extrémité.



### Composition standard

La capacité de transmission ainsi que le prix d'une jarretière optique dépendent de sa composition. Nous avons ainsi listé 4 critères lors de l'achat d'un cordon à fibre optique :

- Le type de fibre
- [La structure du câble et sa longueur](#)
- [Le type connecteur](#)

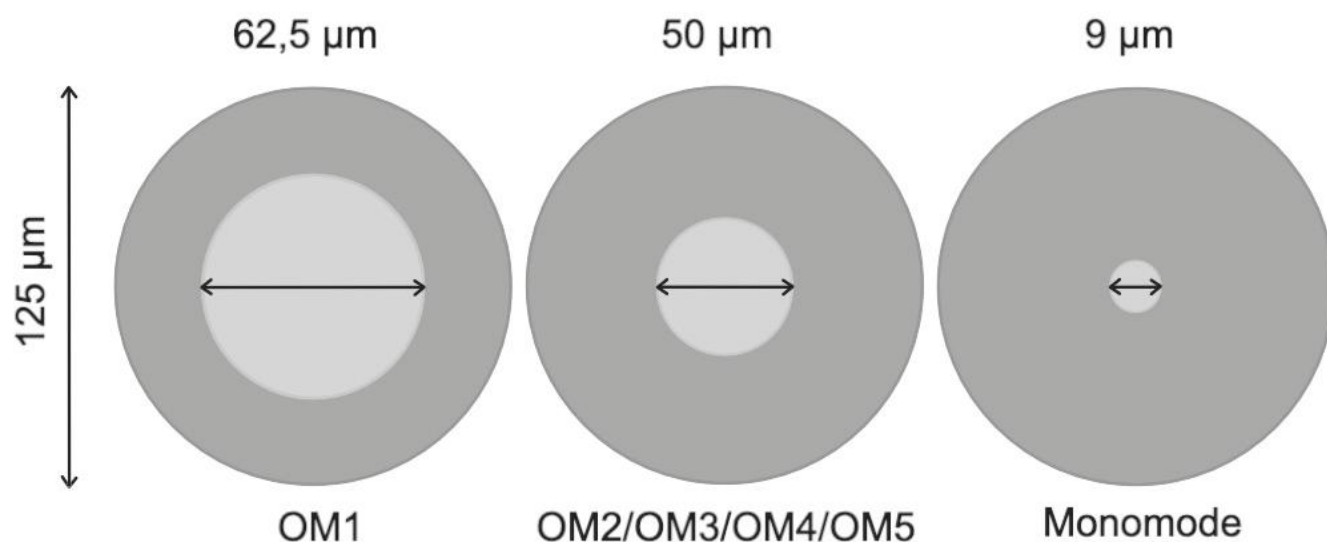
Dans cette première partie, nous allons parler des différents types de fibre optique qui existent et leurs déclinaisons.

# Les 2 types de fibre optique

## La fibre monomode

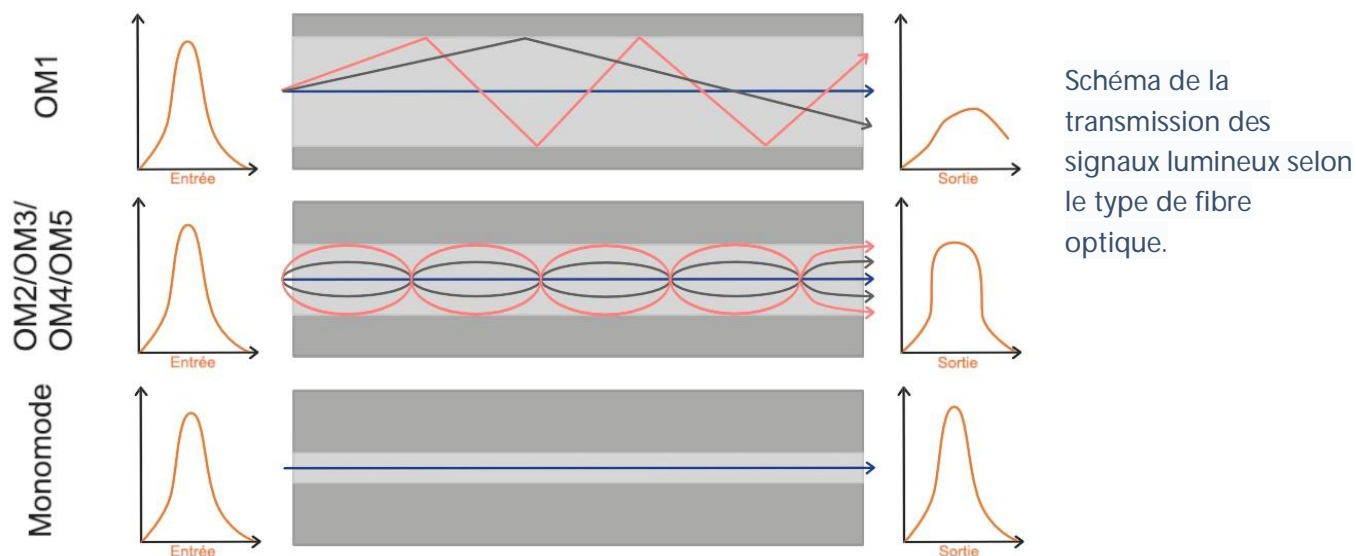
La fibre optique monomode possède une âme de 9  $\mu\text{m}$  (micromètres) de diamètre dans laquelle se propage un seul signal lumineux. Elle peut s'étendre sur plusieurs dizaines de kilomètres avec une perte de signal minimale. On utilise la fibre optique monomode pour les installations à grande échelle ou nécessitant un très haut débit, par exemple : dans les télécommunications, chez les grandes entreprises ou sur les campus universitaires.

## La fibre multimode



Dimensions de l'âme par rapport à la gaine optique selon le type de fibre

La fibre optique multimode se compose d'une âme plus large et se décline en 5 variantes : OM1 avec une âme de 62,5  $\mu\text{m}$  de diamètre ainsi que OM2, OM3, OM4 et OM5 avec une âme de 50  $\mu\text{m}$ . Leur conception permet la transmission de plusieurs signaux, soit différents types de données. La fibre multimode est privilégiée lors des liaisons à courtes distances, comme dans les réseaux informatiques locaux (LAN).



# Les 5 modes optiques de la fibre multimode

## OM1 : jusqu'à 10 Gb/s de débit sur 33 mètres

La fibre optique OM1 possède une âme de 62,5 µm de diamètre, c'est-à-dire plus épaisse que les autres fibres multimodes. Elle peut atteindre un débit de 10 Gb/s sur une distance légèrement supérieure à 30 mètres, bien qu'elle soit destinée à des applications Ethernet 100 Mb/s. Par ailleurs, la fibre optique OM1 est uniquement compatible avec d'autres câbles composés de fibre OM1.

## OM2 : jusqu'à 10 Gb/s de débit sur 82 mètres

La fibre optique OM2 possède une âme de 50 µm de diamètre. Elle prend en charge un débit de 10 Gb/s jusqu'à un peu de plus de 80 mètres. La fibre optique OM2 est couramment utilisée pour les applications Ethernet 1 Gb/s. En outre, elle est inter-compatible avec les fibres multimodes OM3 et OM4.

## OM3 : jusqu'à 10 Gb/s de débit sur 300 mètres

La fibre optique OM3 peut s'étendre sur plusieurs centaines de mètres sans perte majeure de signal. Elle supporte les signaux lumineux LED et laser, ce qui lui permet d'offrir un débit de 10 Gb/s jusqu'à 300 mètres, ainsi que 40 Gb/s et 100 Gb/s Ethernet jusqu'à 100 mètres.

## OM4 : jusqu'à 10 Gb/s de débit sur 550 mètres

La fibre optique OM4 a été spécifiquement développée pour les transmissions laser. Elle délivre ainsi un débit de 10 Gb/s Ethernet jusqu'à 550 mètres. Elle permet également des transmissions rapides, avec une vitesse de 40 Gb/s et 100 Gb/s sur une distance égale à 150 mètres, en utilisant un connecteur MPO.

## OM5 : jusqu'à 100 Gb/s de débit sur 150 mètres

La fibre optique OM5, aussi appelée WBMMF (fibre multimode à large bande), existe depuis 2014. Elle est conçue pour des applications qui nécessitent un ultra-haut débit. Celle-ci supporte 40 Gb/s Ethernet jusqu'à 440 mètres de distance et 100 Gb/s jusqu'à 150 mètres de distance. Elle est inter-compatible avec les câbles à fibre optique multimode OM3 et OM4.

# Comment reconnaître le type de fibre juste en regardant le câble ?

La couleur de la gaine permet d'identifier le type de fibre qui se trouve à l'intérieur. En effet, chaque mode de transmission est représenté par une couleur :

- Jaune pour la fibre optique monomode
- Orange pour la fibre optique multimode OM1 et OM2
- Bleu ciel ou turquoise pour la fibre optique multimode OM3
- Rose fuchsia ou magenta pour la fibre optique multimode OM4
- Vert citron pour la fibre optique multimode OM5



Le type de fibre optique selon la couleur de la gaine.

Nota bene : tous les cordons à fibre optique disponibles sur le marché ne respectent pas forcément ce code couleur. Toutefois, le respect des couleurs officielles par le fabricant témoigne souvent de la qualité du produit.

## Simplex ou duplex

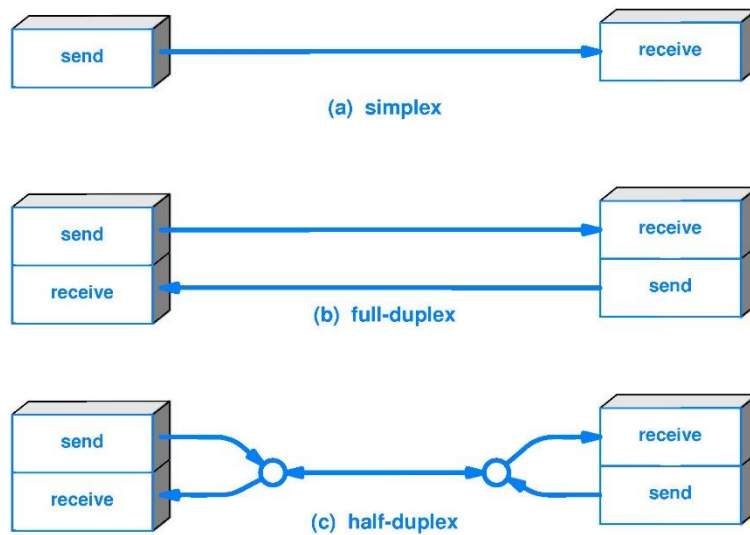
La fibre monomode et la fibre multimode peuvent intégrer un circuit simplex ou duplex. La mention « simplex » ou « duplex » correspond au canal de communication de la fibre.

### Fibre optique simplex

La fibre optique simplex se compose d'un seul brin de fibre. Les signaux ne circulent que dans un seul sens : d'un point A (émetteur) vers un point B (récepteur). La fibre simplex est utilisée dans les liaisons FTTH ; c'est le système qui permet aux opérateurs de distribuer la fibre à leurs clients. Autre exemple : les luminaires avec un éclairage à fibre optique utilisent également de la fibre simplex.

### Fibre optique duplex

La fibre optique duplex se compose de deux brins de fibre, c'est un « double-simplex » en quelque sorte. Dans ce cas, les données circulent simultanément dans les deux sens : du point A (émetteur) vers le point B (récepteur) et du point B vers le point A. La fibre duplex se décline en deux versions : half-duplex et full-duplex. En half-duplex, la fibre est capable de faire transiter les données dans les deux sens, mais pas de manière simultanée. En full-duplex, la fibre offre un transfert simultané et bidirectionnel sur la même ligne. La fibre optique duplex est utilisée pour brancher des ordinateurs, commutateurs, serveurs et modems en réseau.



## Monomode ou multimode, que faut-il choisir ?

Pour résumer, il est important de choisir un type de fibre adapté à vos applications. Vous bénéficiez ainsi d'une bonne qualité de transmission, et sans gaspiller votre argent !

L'usage d'une jarretière optique multimode est privilégié pour les applications sur de courtes distances. Exemples : relier une box Internet à la TV ou connecter un ordinateur sur le réseau local. Le prix augmente en fonction du mode optique proposé (OM1, OM2, OM3, OM4 ou OM5) mais la fibre optique multimode reste accessible.

Les cordons à fibre optique monomode sont un peu plus chers, mais ils offrent un débit bien meilleur et une faible perte de signal sur de très longues distances. Idéal si vous souhaitez mettre en place un réseau fibre dans les locaux de votre entreprise, par exemple.

# CHOISIR SA JARRETIÈRE OPTIQUE : LES DIFFÉRENTS CÂBLES

## Partie 2

Le câble optique a pour fonction de conduire et de protéger la fibre. On compte 5 grandes familles de câbles à fibre optique, chacune présente une conception différente avec ses avantages et inconvénients. Aussi bien pour les applications extérieures que intérieures, le choix d'un câble adapté à l'environnement est primordial. En outre, nous vous conseillons de toujours prendre en compte le type de gaine et la longueur du câble ; nous allons voir pourquoi dans la suite de cet article.

## Les 5 grandes familles de câbles à fibre optique



### Tubé central

Câble optique tubé central.

Le câble tubé central peut contenir jusqu'à 24 fibres [monomodes et/ou multimodes](#). C'est un modèle courant sur le marché, il est facile à installer et se destine à des applications avec un débit peu élevé.

Le câble optique tubé central rassemble plusieurs fibres dans une gaine optique. Celle-ci est protégée par un revêtement et parfois même par une couche de fibres d'aramide. L'ensemble est emballé dans une gaine extérieure en matière plastique.



### Multitube

Câble optique multitube.

Le câble optique multitube peut contenir plus de 24 fibres, faisant transiter plus de données qu'un tubé central. On l'utilise couramment dans les réseaux de fibre nécessitant un bon débit, comme dans les liaisons entre les bâtiments.

Un câble multitube se compose d'un élément central qui maintient plusieurs gaines optiques contenant 6 à 12 fibres. Il est protégé par une gaine extérieure en PVC ou autre matériau plastique résistant aux intempéries.



## Distribution

Câble optique distribution.

Le câble optique distribution est privilégié lors des raccordements directs, c'est-à-dire dans les applications nécessitant un [connecteur optique](#). On l'emploie couramment dans le bâtiment pour effectuer des liaisons de fibre entre les habitations. Il possède une gaine extérieure pouvant contenir 2 à 24 fibres. Elles sont souvent protégées par un renfort en fibres d'aramide. Certains fabricants proposent un revêtement anti-rongeur.

## Microgaine

Câble optique microgaine.



Le câble optique microgaine est facile à installer et offre un haut débit sur de très longues distances. Par exemple, les réseaux souterrains que les opérateurs utilisent pour distribuer la fibre à leurs clients sont constitués de câbles microgaine. Il est question d'un assemblage de fibres nues dans un tube de petit diamètre, recouvert par une gaine extérieure assez flexible. Cette structure est compatible avec les techniques de pose actuelles et donne un accès facile à la fibre optique.



## Breakout

Câble optique Breakout.

Ce câble robuste se compose de plusieurs jarretières optiques. Il peut ainsi rassembler jusqu'à 24 fibres optiques simplex, toutes individuellement renforcées. Le câble optique Breakout est préconnectorisé : il sort de l'usine prêt à l'emploi et ne nécessite pas de raccordement spécifique. Ce câble optique permet de faire transiter une grande quantité de données d'un émetteur vers un récepteur. Il est notamment utilisé dans l'industrie ou dans les centres de données.



## Les différentes sortes de gaines

### PVC (chlorure de polyvinyle)

La plupart des câbles à fibre optique sont composés d'une gaine en PVC, car c'est un matériau flexible et robuste. Il offre en plus une bonne résistance à la flamme et à l'huile. Ainsi, le PVC est compatible avec des applications intérieures et extérieures.

### PE (polyéthylène)

Le polyéthylène est le matériau couramment utilisé dans la fabrication de câbles à fibre optique pour l'extérieur. En effet, les gaines en PE offrent une excellente résistance à l'humidité et aux intempéries. Il possède également des propriétés ignifuges.

### PVDF (polyfluorure de vinylidène)

Le PVDF est destiné aux applications intérieures, en particulier dans les plenums des bâtiments industriels ou tertiaires. Il possède une bonne résistance à l'abrasion et produit peu de fumée en cas d'incendie.

### LSZH (Low Smoke Zero Halogen)

Les câbles LSZH sont recommandés pour les installations en intérieur. Ce thermoplastique ne contient pas de matériaux halogènes, afin de réduire fortement les émissions de fumée toxique lors de la combustion.

## Quelle longueur choisir pour mon câble optique ?

Tous les cordons à fibre optique sont sujets à un affaiblissement du signal lumineux. Ce phénomène naturel s'appelle la perte de dispersion et se mesure en décibels (dB). La perte de dispersion varie selon la taille du câble optique : plus le câble est long, plus la perte est importante.

C'est pourquoi un cordon à fibre optique OM2 convient parfaitement pour brancher une box Internet sur une prise murale optique, par exemple. Sur de courtes distances, la fibre optique OM2 sera tout aussi efficace qu'une fibre plus chère.

En plus des pertes intrinsèques de la fibre optique, d'autres phénomènes peuvent affaiblir le signal. On parle de pertes liées au raccordement du câble avec un [connecteur optique](#), d'où l'importance de choisir un connecteur adapté à vos applications. Mais tout ça nous en parlerons en détail dans la troisième et dernière partie de cette série d'articles sur comment choisir sa jarretière optique.



Le connecteur optique se trouve à l'extrémité du câble. Cet élément assure la transmission des signaux lumineux d'une fibre à l'autre. Selon sa conception, il offre une perte de signal plus ou moins importante. C'est pourquoi il est vivement conseillé de vérifier le type de connecteur lorsque vous choisissez votre jarretière optique. Alors comment faire le bon choix ? C'est que nous allons voir dans cette troisième et dernière partie sur la fibre optique.

## Composition d'un connecteur optique

Comme nous l'avons évoqué en introduction, chaque type de connecteur présente une conception différente. Cependant, il existe 3 composants communs à tous les connecteurs optiques :

- La fêrûle
- Le corps
- Le dispositif de couplage

La fêrûle est le système mécanique qui se trouve à l'intérieur du corps. Elle permet d'aligner les fibres, et donc d'assurer la transmission du signal. Le corps a pour fonction de maintenir l'ensemble sur la gaine du câble optique. Enfin, le dispositif de couplage est l'embout permettant de brancher le connecteur dans une prise optique.

## 4 critères importants lors du choix d'un connecteur optique

### La perte d'insertion

Quand on raccorde un câble optique à l'aide d'un connecteur, on observe une légère baisse de signal. On parle de perte d'insertion (IL), qui se mesure en décibels (dB).

L'atténuation du signal varie selon le type de connecteur. La valeur attendue doit être la plus proche possible de 0 dB. Ainsi, une perte d'insertion de 0,2 dB vaut mieux qu'une perte d'insertion de 0,5 dB.

### La perte de retour

Lorsque le signal lumineux passe à travers le connecteur, une légère partie de sa puissance est réfléchiée ou renvoyée à la source. Ce phénomène s'appelle la perte de retour (ORL).

Le facteur de réflexion dépend du polissage de la fêrûle. Il s'exprime lui aussi en décibels (dB), sous la forme d'un nombre négatif. Ainsi, un facteur de réflexion de -60 dB vaut mieux qu'un facteur de réflexion de -30 dB.

### La durabilité

Selon les applications, le connecteur optique peut être installé en intérieur (connexion d'un PC sur réseau local), en extérieur (branchements CATV) ou sous terre (application de téléphonie câblée). Il est important de choisir un connecteur résistant par rapport à l'environnement dans lequel il sera utilisé.

## Le format

La taille et la forme du connecteur Les manipulations hasardeuses ou trop fréquentes peuvent abîmer la fibre, c'est pourquoi la facilité d'installation est un critère important. Pour info : la durée de vie moyenne d'un connecteur optique est de 500 branchements.

## Les types de connecteurs

La perte d'insertion dépend du type de connecteur, et plus particulièrement du système de verrouillage et du format. Il existe [une grande variété de connecteurs optiques](#), mais les 4 types les plus courants sont les suivants :

### Connecteur SC

Le connecteur SC est un type standard très utilisé car il est peu coûteux et facile à installer. Ce type de connecteur s'adapte aussi bien à la fibre monomode qu'à la fibre multimode. Il offre une perte de signal de 0,25 dB.



Connecteur optique SC.

Le connecteur SC (Switching Connector) se compose d'un corps en plastique, de forme carrée, avec un dispositif de couplage en céramique. La fêrle mesure 2,5 mm de diamètre et fonctionne par verrouillage mécanique push-pull.

Connecteur optique SC.



### Connecteur LC

Le connecteur LC offre les mêmes propriétés que le connecteur SC, mais son format plus petit permet de le brancher dans des endroits difficiles d'accès (sous un bureau ou derrière le téléviseur). On l'utilise avec la fibre monomode. Il propose une atténuation moyenne de 0,25 dB.

Connecteur optique LC

Le connecteur SC (Switching Connector) se compose d'un corps en plastique, de forme carrée, avec un dispositif de couplage en céramique. La fêrle mesure 2,5 mm de diamètre et fonctionne par verrouillage mécanique push-pull.

## Connecteur ST



Le connecteur ST est conseillé pour les jarretières optiques avec de la fibre multimode. Le manque de précision axial de ce connecteur le rend inefficace sur un cordon à fibre monomode. Il offre une perte d'insertion de 0,30 dB en moyenne.

Connecteur optique ST.

Le connecteur ST (Straight Tip) est doté d'une fêrle de 2,5 mm de diamètre. Il présente un embout céramique et un système de verrouillage à baïonnette ; à tourner et pousser pour ajuster le serrage sans abîmer la fibre.



## Connecteur FC

Le connecteur FC est conseillé pour les jarretières optiques avec de la fibre monomode. Il offre un alignement optimal des fibres, pour une transmission avec un niveau de perte proche des 0,25 dB.

Connecteur optique FC.

Le connecteur FC (Ferrule Connector) possède un embout céramique haute pression ainsi qu'un ergot anti-rotation pour ne pas endommager la fibre au moment de l'installation. La fêrle mesure 2,5 mm de diamètre.

## Le polissage de la férule

Le polissage est une technique qui offre une meilleure surface de contact entre les connecteurs. Cela permet de diminuer le facteur de réflexion, c'est-à-dire de limiter la perte de retour.

PC (contact physique)

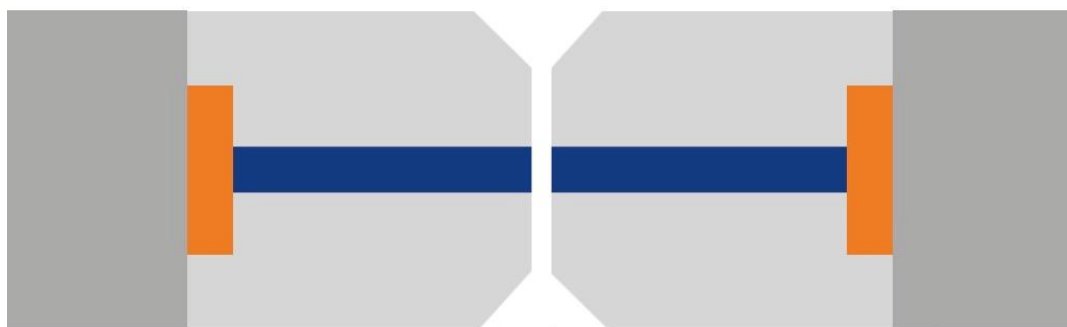
En utilisant un polissage au contact physique, la férule obtient une surface convexe. Cette forme assure le contact des deux fibres sur le point le plus haut de la férule. Avec un polissage au PC, les pertes de retour se

situent entre -25 et -30 dB. Polissage d'un connecteur PC.

SPC (contact physique super)

Dans le cas d'un polissage PC supérieur, la terminaison de la férule est encore plus arrondie vers l'extérieur. Grâce au polissage optimisé de la férule, le niveau de perte (ORL) avoisine les -40 dB.

Polissage d'un connecteur SPC.



### UPC (contact physique ultra)

La finition UPC, réalisée par machine, offre une forme convexe accentuée à la terminaison de la férule. Grâce à cette option de polissage récente, on observe des pertes de retour entre -45 et -50 dB.



Polissage d'un connecteur UPC.

### APC (contact physique incliné)

Avec un polissage APC, la férule présente un angle de  $8^\circ$  par rapport à la perpendiculaire de la fibre. On peut ainsi obtenir une amélioration significative de la transmission, avec un facteur de réflexion de -65 dB.



Polissage d'un connecteur APC.

Les connecteurs APC sont généralement utilisés avec la fibre monomode dans les applications longues distances ou nécessitant de faibles pertes. De leur côté, les connecteurs PC et SPC sont présents dans les équipements des opérateurs de télécommunication. Enfin, les connecteur UPC sont privilégiés dans les systèmes de télévision, de téléphonie et de données.

Les performances des connecteurs APC sont meilleures, toutefois les connecteurs PC, SPC et UPC sont plus abordables et largement suffisant pour les applications de fibre optique moins exigeantes.

Attention : la finition APC n'est pas compatible avec la finition UPC. Si vous essayez de raccorder les deux, la fêrle du connecteur sera endommagée.

## Conclusion : comment choisir sa jarretière optique ?

Vous souhaitez mettre en place un réseau domestique en fibre optique ? Ou alors le cordon de votre box Internet est tout simplement cassé et vous ne savez pas comment le remplacer ? Voici les 4 critères que vous devez prendre compte lors de l'achat d'une nouvelle jarretière optique :

1. [Le type de fibre](#) : privilégier la fibre multimode pour les applications nécessitant un faible débit sur de courtes distances ou investir dans de la fibre monomode pour une qualité de transmission optimale sur de longues distances.
2. [La structure du câble](#) : sélectionner un câble adapté à l'environnement : résistance aux intempéries, à l'humidité, à l'écrasement, revêtement anti-rongeurs, gaine à faible émission de fumée en cas d'incendie, etc.
3. La longueur du câble : plus le câble de votre jarretière optique est long, plus la perte de signal est importante (perte de dispersion).

4. Le type de connecteur : le connecteur de votre jarretière optique doit être adaptée à votre application, avec une conception durable, un format qui facilite l'installation et une finition permettant de limiter les pertes extrinsèques (perte d'insertion et perte de retour).