

Hardware - La fibre optique

I. Monomode / Multimode

La demande fréquente de connexions sur des bandes passantes plus élevées et de connexions plus rapides a considérablement influencé la croissance du marché des assemblages de câbles à fibre optique, en particulier la fibre monomode (SMF) et le câble à fibre multimode (MMF). Bien que ces deux types de câbles à fibre optiques soient largement utilisés dans de diverses applications, le problème—fibre monomode vs fibre multimode reste le même : quelle est la différence entre eux ?

L'article suivant va détailler la construction de base, la distance de la fibre, le coût et la couleur de la fibre, afin d'effectuer une comparaison approfondie entre les fibres monomodes et multimodes.

La fibre monomode signifie que la fibre permet de propager un type de mode d'éclairage à la fois. Alors que la fibre multimode signifie qu'elle peut propager plusieurs modes. La différence entre les fibres monomodes et multimodes se résume principalement dans le diamètre, la longueur d'onde, la source lumineuse et la bande passante du cœur de la fibre.

Diamètre du cœur

Le diamètre du noyau de fibre monomode est beaucoup plus petit que celui de la fibre multimode. Le diamètre typique du noyau est de 9 μm même s'il y en a d'autres disponibles. Le diamètre du cœur de la fibre multimode est généralement de 50 μm et de 62,5 μm , ce qui lui permet d'avoir une capacité de «collection de lumière» supérieure et de simplifier les connexions. Le diamètre de la gaine des fibres monomodes et multimodes est de 125 μm .

Optical Fiber Core Diameters

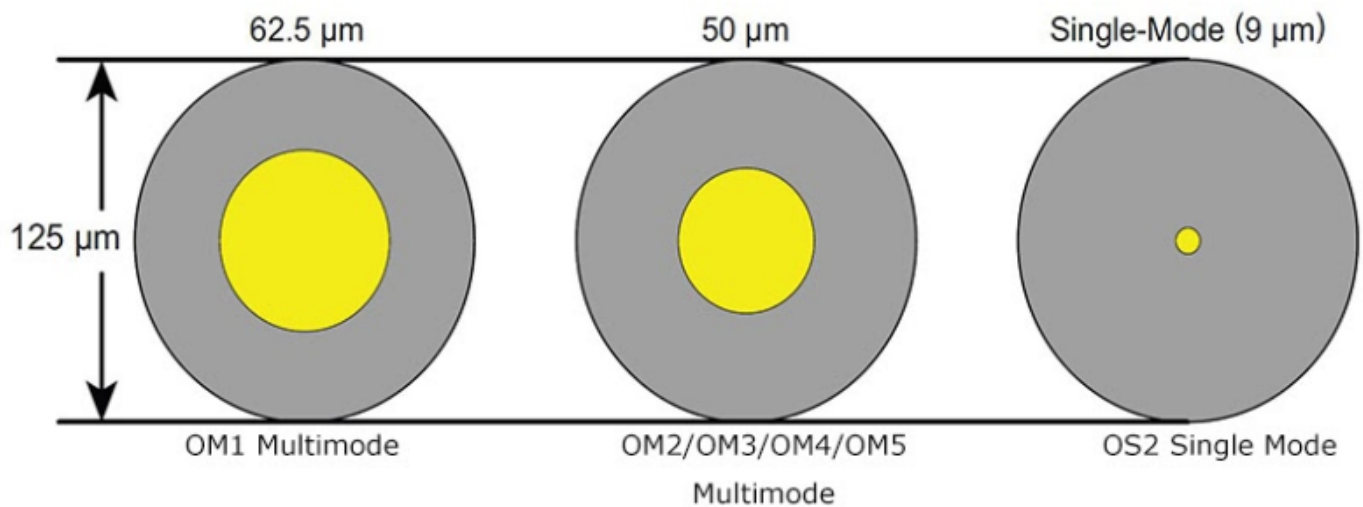


Figure 1: Optical Fiber Core Diameters

Longueur d'onde et source lumineuse

À cause de la grande taille de cœur des fibres multimodes, certaines sources lumineuses à faible coût, telles que les diodes électroluminescentes et les lasers à cavité verticale fonctionnant à la longueur d'onde de 850 nm et 1310 nm, sont utilisées dans les câbles multimodes. Alors que la fibre monomode utilise souvent un laser ou des diodes laser pour produire de la lumière injectée dans le câble. La longueur d'onde de la fibre monomode couramment utilisée est 1310 nm et 1550 nm.

Bande passante

La largeur de la bande de fibre multimode est limitée par son mode d'éclairage et la bande passante maximale actuelle est de 28 000 MHz * km de fibre OM5. Alors que la bande passante monomode en fibre est théoriquement illimitée, elle permet de faire passer une lumière de mode à la fois.

Couleur du revêtement

Selon la définition de la norme TIA-598C, le câble monomode est revêtu d'une enveloppe extérieure jaune, et la fibre multimode d'une enveloppe orange ou aqua. La charte des couleurs est à voir ci-dessous.



Figure 2: Color Sheath of SMF and MMF

Distance de transmission

On sait que la fibre monomode convient aux applications de longue distance, tandis que la fibre optique multimode est conçue pour les courtes distances. Alors, en ce qui concerne la distance monomode vs multimode, quelles sont les vraies différences ?

Le graphe montre que la distance de fibre monomode est beaucoup plus longue que celle des câbles de fibre multimode au débit de 1G à 10G, mais la fibre multimode OM3/OM4/OM5 prend en charge un débit de données plus élevé. La distance de la fibre optique multimode ayant une taille de cœur importante et prenant en charge plusieurs modes d'éclairage, est limitée par la dispersion du modèle. Alors que la fibre monomode ne l'est pas. C'est la différence essentielle entre eux.

Coût du câblage

Le « les coûts de la fibre mode simple vs multimode » est un sujet important dans certains forums. Nombreux de personnes ont exprimé leurs opinions. Leurs points de vue portent principalement sur le coût de l'émetteur-récepteur optique, le coût du système et le coût de l'installation.

Prix de l'émetteur-récepteur optique

Comparé aux émetteurs-récepteurs monomodes, le prix des émetteurs-récepteurs multimodes est deux ou trois fois moins inférieur. Le tableau suivant prend comme exemple les émetteurs-récepteurs monomodes Cisco et les émetteurs-récepteurs multimodes compatibles FS.com.

D'après le table, nous pouvons voir que la différence de prix augmente proportionnellement avec la vitesse.

Prix du système

Les fibres monomodes sont généralement adaptées à des applications de longue distance, ce qui nécessite des émetteurs-récepteurs à fibre optique dotés de lasers fonctionnant sur des longueurs d'ondes plus longues avec une taille de spot plus petite et une largeur spectrale généralement plus étroite. Ces caractéristiques de l'émetteur-récepteur, associées à un alignement plus précis et à des tolérances de connecteur plus étroites pour des diamètres de noyau plus faibles, entraînent des coûts d'émetteur-récepteur nettement supérieurs et des coûts d'interconnexion globalement

plus élevés pour les interconnexions de fibre en mode unique.

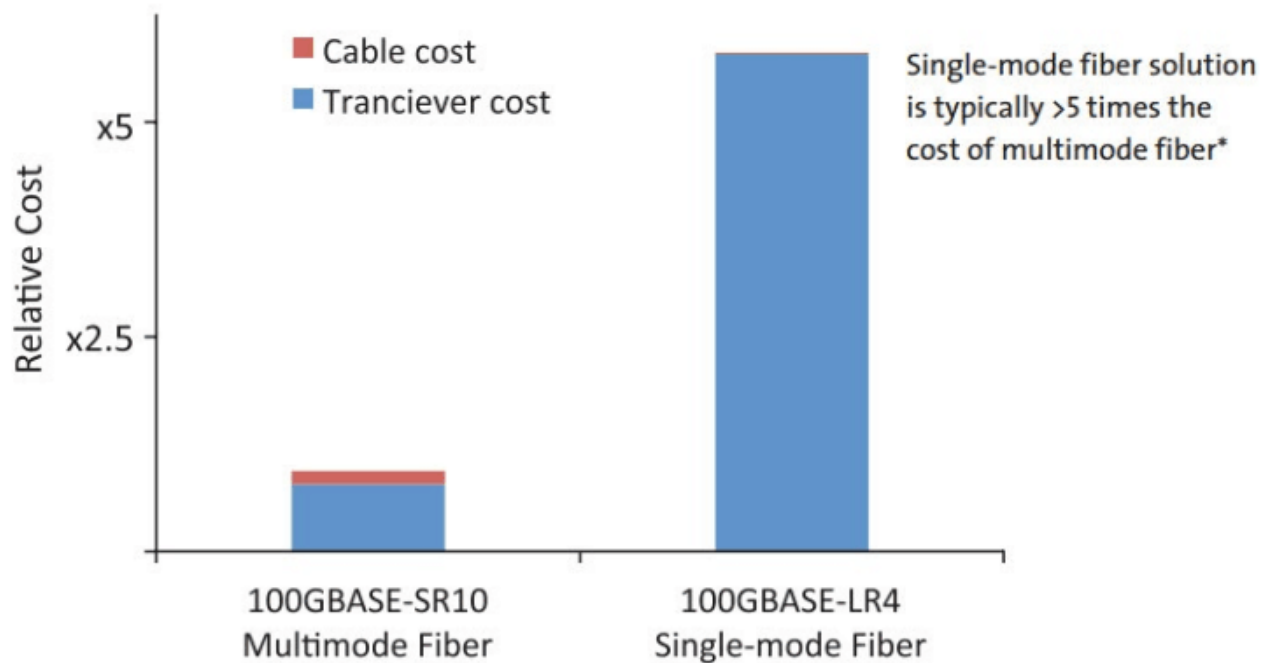


Figure 3 System Cost

Les méthodes de fabrication des émetteurs-récepteurs à base de VCSEL optimisés pour une utilisation avec des fibres multimodes sont plus faciles à fabriquer dans des dispositifs matriciels et coûtent moins cher que les émetteurs-récepteurs monomodes équivalents. Malgré l'utilisation de multi-voies et de réseaux multi-émetteurs-récepteurs, il existe des économies de coûts significatives par rapport à la technologie monomode utilisant un fonctionnement simple ou multicanal sur une connectivité simplex-duplex.

Coûts de l'installation

La fibre optique monomode coûte souvent moins cher que la fibre multimode. Lorsque vous construisez un réseau à fibre optique 1G que vous souhaitez dans le futur l'améliorer en 10 G ou même un réseau plus rapide. En économisant les coûts en matière de la fibre pour un mode unique vous pouvez économiser jusqu'à environ demi-prix. Alors que la fibre multimode OM3 ou OM4 augmente de 35% le coût des modules SFP. L'optique monomode est plus chère, mais les coûts de main-d'œuvre liés au remplacement du multimode sont significativement plus élevés, surtout si ceux-ci suivaient OM1—OM2—OM3— OM4. Si vous voulez examiner les ex-SFP ex-fiberchannel, le prix du 1G monomode diminue considérablement. Si vous avez un budget et que vous avez besoin de connexions courtes 10G, les économies au dernier contrôle sont toujours compatibles avec le mode multimode.. Gardez un œil sur ces aspects économiques, car l'histoire suggère que le prix de la prime pour le mode simple diminuera.

Questions fréquentes sur les fibres monomodes et multimodes

Q : Quelle est la meilleure fibre, monomode ou multimode ?

R : Comme mentionné ci-dessus, les fibres monomodes et multimodes ont leurs propres avantages en termes de coût et d'applications. L'une n'est pas meilleure que l'autre. Il suffit de choisir celle

qui convient le mieux à vos applications.

Q : Est-il possible de mélanger la fibre monomode et multimode ?

R : La réponse à cette question est "non". La fibre multimode et la fibre monomode ont des noyaux de tailles différentes, et le nombre de modes de lumière qu'elles transmettent est également différent. Si vous mélangez les deux fibres, ou si vous les connectez directement entre elles, vous risquez de subir une perte optique importante, ce qui entraînera un affaiblissement ou une rupture de la liaison. Gardez à l'esprit qu'il ne faut jamais mélanger différents types de câblage au hasard.

Q : Est-il possible d'utiliser un émetteur-récepteur multimode sur une fibre monomode ?

R : D'une manière générale, la réponse est "non". Une perte optique importante se produira si un émetteur-récepteur multimode est connecté avec une fibre monomode. Cependant, dans le cas inverse, cela fonctionnera. Par exemple, le SFP monomode 1000BASE-LX peut fonctionner sur un câble à fibre multimode en utilisant un câble à fibre de conditionnement de mode. Parfois, les convertisseurs de médias en fibre optique peuvent également être utilisés pour résoudre ces problèmes entre les émetteurs-récepteurs monomodes et multimodes.

Q : Fibre monomode ou multimode : laquelle choisir ?

R : Lorsque vous devez choisir entre un câble à fibre monomode et un câble à fibre multimode, le premier facteur à prendre en compte est la distance de fibre dont vous avez réellement besoin. Par exemple, dans un centre de données, des câbles en fibre multimode suffisent pour une distance de 300-400 mètres. Alors que dans les applications qui nécessitent une distance allant jusqu'à plusieurs milliers de mètres, la fibre monomode est le meilleur choix. Et dans les applications qui peuvent utiliser des fibres monomodes et multimodes, d'autres facteurs comme le coût et futures exigences de mise à niveau doivent être pris en considération pour votre choix.

Conclusion

Le système de câblage par fibre monomode convient aux applications de transmission de données à longue distance et est largement déployé dans les réseaux de transport, les MAN et les PON. Le système de câblage fibre multimode a une portée plus courte et est largement déployé dans les entreprises, les centres de données et les réseaux locaux. Quel que soit celui que vous choisissiez, vous devez choisir ce qui convient le mieux à vos demandes.

II. Les Types de connecteurs de fibre optique

2.1 Introduction

Les acronymes **SC, LC, FC et ST** correspondent aux **types de connecteurs optiques** les plus utilisés pour les applications FTTH et réseaux de communications. Quant à la terminologie **PC /UPC/APC**, cela correspond au **type de polissage** appliqué à la terminaison optique (ferrule) qui rend possible le passage de l'impulsion optique à travers deux fibres optiques.

Ainsi, par exemple un pigtail typique FTTH avec un connecteur **SC/APC** correspond à un connecteur **SC** avec un polissage **APC**.

Avant de commencer: Une bonne pratique est de conserver la propreté des ferrules pour garantir la liaison optique. Si le connecteur devient sale, un nettoyeur optique doit être utilisé pour retirer les poussières et les impuretés.

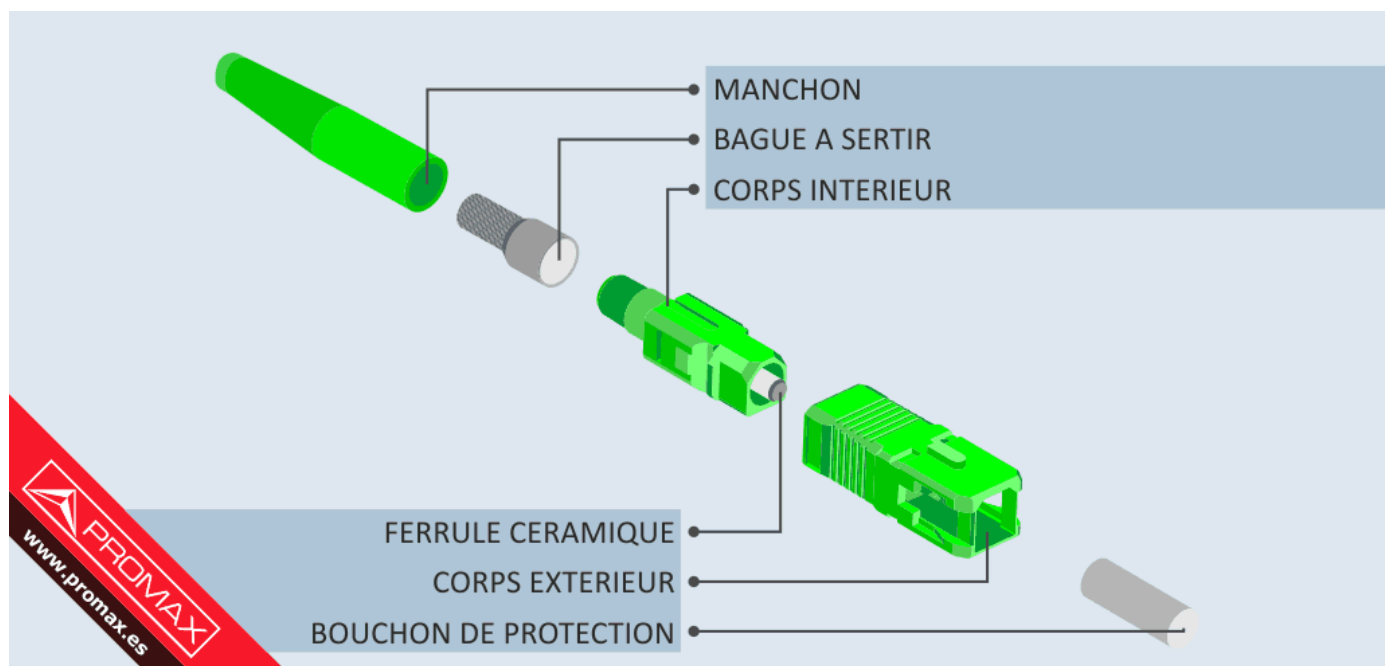
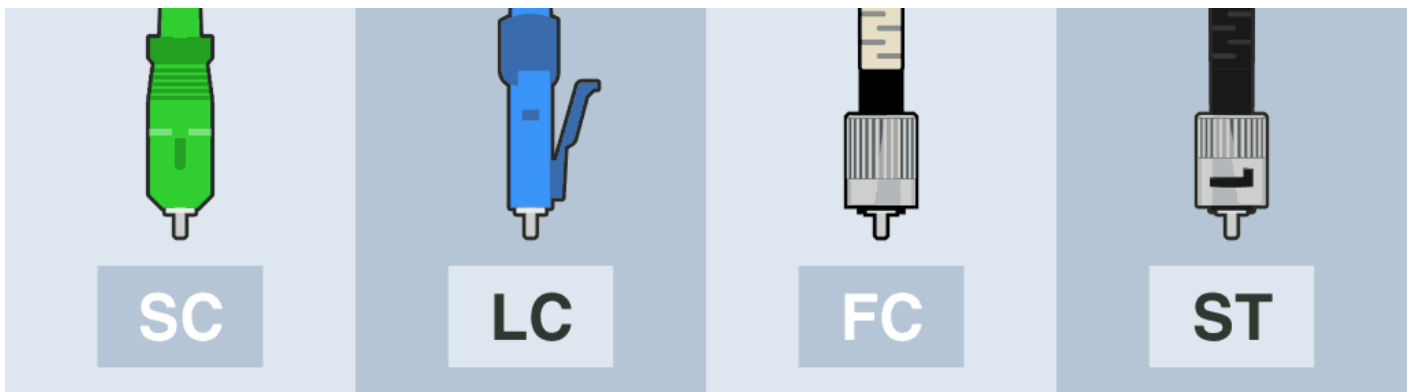


Schéma d'un connecteur pour fibre optique de type SC

2.2 Connecteurs les plus utilisés



Connecteur SC

Détails d'un connecteur optique SC (Subscriber Connector or Square Connector)

Détails d'un connecteur optique SC (Subscriber Connector or Square Connector)

- **Que signifie SC:** Acronyme de Connector de Suscribor (Connecteur d'abonné) ou de Square Connector (Connecteur carré)
- **Un peu d'histoire:** Développé par Nippon Telegraph & Telephone, il est devenu le connecteur le plus populaire en raison de ses qualités et des coûts de production réduits.
- **Caractéristiques:** Connexion rapide de type push/Pull. Il est compact permettant une bonne densité de connecteur par équipement. Utilisé en FTTH, réseau télécom, CATV, etc.
- **Caractéristiques optiques:** Utilisés en monomode et multimode. Atténuation moyenne de 0,25dB.

Connecteur LC

Détail d'un connecteur optique LC (Lucent Connector or Little Connector)

Détail d'un connecteur optique LC (Lucent Connector or Little Connector)

- **Que signifie LC:** Acronyme de Lucent Connector ou Little Connector.
- **Un peu d'histoire:** Développé par Lucent Technologies et mis à disposition en 1997.
- **Caractéristiques:** Similaire à un RJ45 (type push / pull). Corps de connecteur plus compact que le SC. Utilisé pour améliorer la densité des points de raccordement en façade et pour le FTTH.
- **Caractéristiques optiques:** Pour application monomode. Atténuation moyenne de 0,1 dB. Le diamètre de la ferrule est de 1,25 mm.

Connecteur FC

Détails d'un connecteur optique FC (Ferrule Connector)

Détails d'un connecteur optique FC (Ferrule Connector)

- **Que signifie FC:** Acronyme de Ferrule Connector (connecteur à ferrule).
- **Un peu d'histoire:** Il s'agit du premier connecteur optique utilisant une ferrule céramique, développé par "Nippon Telephone & Telegraph". Son utilisation est devenue moins commune en faveur des connecteurs SC et LC.
- **Caractéristiques:** C'est un connecteur à vis avec fixation résistant aux vibrations, il est pour cela quelque fois utilisés dans des systèmes en mouvement. Il est également utilisé dans des instruments de mesures (comme les OTDR) et très utilisés en CATV.
- **Caractéristiques optiques:** Pour fibre monomode. Perte d'insertion de 0,3 dB en moyenne.

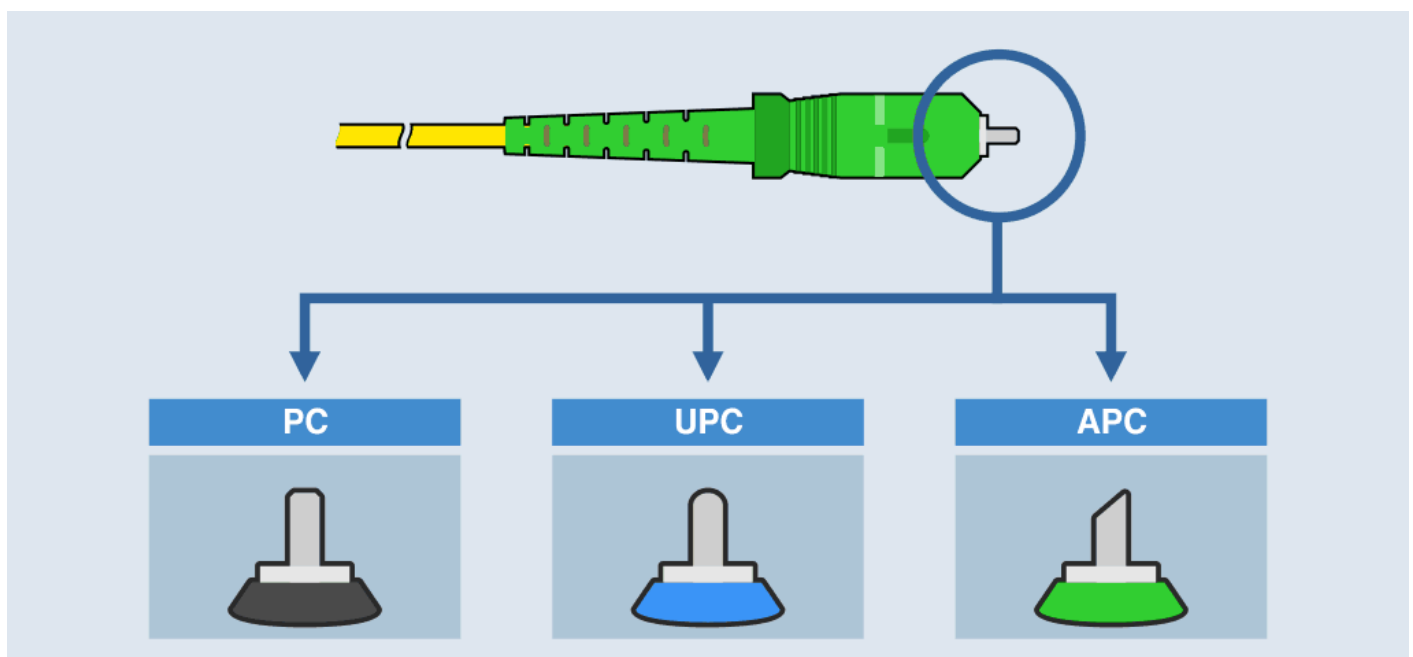
Connecteur ST

Détails d'un connecteur optique ST (Straight Tip)

Détails d'un connecteur optique ST (Straight Tip)

- **Que signifie ST:** Acronyme de Straight Tip (traction droite).
- **Un peu d'histoire:** Développé aux USA par AT&T et utilisé dans les environnements professionnels comme les réseaux d'entreprises et les applications militaires.
- **Caractéristiques:** Connecteur à baïonnette de type BNC mais ne possédant pas de clé de positionnement.
- **Caractéristiques optiques:** Pour fibre multimode. Le manque de précision axial ne permet pas une bonne reproductibilité en monomode.

2.3 Les polissages



- **PC**: Contact physique. La terminaison de la ferrule est polie pour obtenir une surface convexe. Cela permet une meilleure surface de contact entre les connecteurs à raccorder, pour arriver à des niveaux de return loss de -30 à -40 dB.
- **UPC**: Ultra Physical Contact. Forme similaire aux ferrules PC, permettant de diminuer le return loss à une plage de -40 à -55 dB grâce à une courbure plus accentuée de la forme convexe.
- **APC**: Contact physique en angle (Angle Physical Contact). La terminaison de la ferrule est polie en forme convexe et inclinée de 8 degré pour permettre une nette amélioration du return loss et atteindre des niveaux de -60 dB. Cela permet l'utilisation de source optique plus puissante et son utilisation en réseau FTTH multi abonnés. Pour cette raison associé à des coûts de production en réduction permanente, la terminaison APC est devenue la plus utilisée.

2.4 Les Chartes couleurs

Chartes couleur des connecteurs

TYPE DE FIBRE OPTIQUE	COULEUR DU CONNECTEUR
62.5/125	Beige
50/125	Noir
50/125 laser optimized	Bleu marine
OM5	Vert clair
Monomode	Bleu
Monomode avec APC	Vert

Charte couleur des câbles



Catalogue des équipements pour fibre optique
Toute l'instrumentation nécessaire pour le FTTH



Type de fibre optique associé à la couleur du buffer et de l'enveloppe

Fibre optique monomode
Fibre optique multimode
Fibre optique MM 50/125 optimisée pour laser 10Gb
Code couleur obsolète pour fibre multimode
Fibre optique monomode à maintien de polarisation

Code couleur pour connecteurs

PC	Principalement utilisé pour SM
APC	Seulement monomode
PC	Connecteurs pour fibre multimode 50 µm
PC	Connecteurs pour fibre multimode 62,5 µm
PC	Connecteurs pour fibre monomode
	Puissance optique élevée pour utilisation avec laser de pompe Raman



Comment fusionner la fibre
Tutoriel gratuit PROMAX - Apprendre à fusionner la fibre en 5 min!
Scanner le code QR ou visiter www.youtube.com/PROMAXElectronics

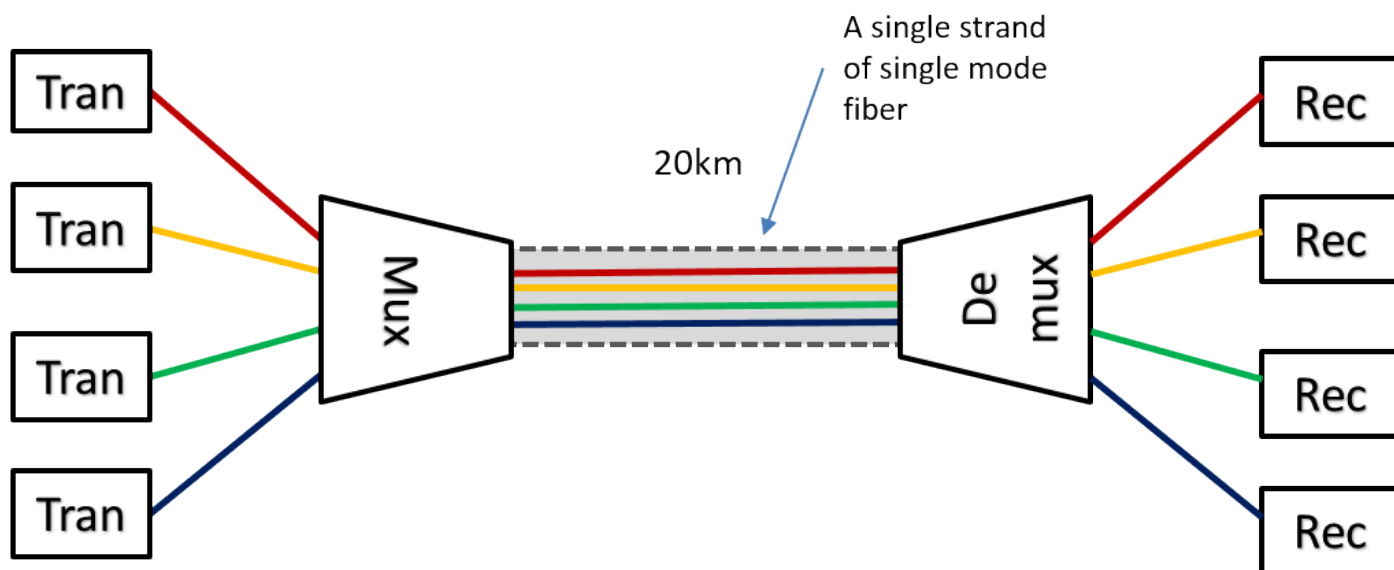


Charte couleur TIA/ETA-598-A

Position	Couleur enveloppe	Position	Couleur enveloppe
1	Bleu	13	Blue et liseret noir
2	Orange	14	Orange et liseret noir
3	Vert	15	Vert et liseret noir
4	Marron	16	Marron et liseret noir
5	Gris	17	Gris et liseret noir
6	Blanc	18	Blanc et liseret noir
7	Rouge	19	Rouge et liseret noir
8	Noir	20	Noir with yellow tracer
9	Jaune	21	Jaune et liseret noir
10	Violet	22	Violet et liseret noir
11	Rose	23	Rose et liseret noir
12	Turquoise	24	Turquoise et liseret noir

www.promax.fr

III. MUX / DEMUX



Revision #1

Created 2026-07-17 22:14:13 UTC by Olivier

Updated 2026-07-17 22:14:15 UTC by Olivier