



LIVRE BLANC

SYSTÈME DE CÂBLAGE FIBRE OPTIQUE



LIVRE BLANC

CHOISIR SA CONNECTIQUE OPTIQUE

www.gigamedia.net



GIGAMEDIA
SMART BUILDING SOLUTIONS

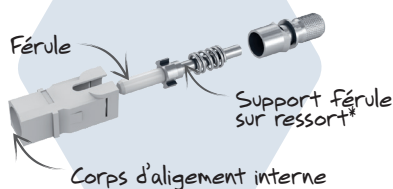
LE B.A.-BA DE LA CONNECTIQUE OPTIQUE

Le choix du connecteur optique est une étape de conception de l'infrastructure qui laisse souvent planer un doute. Le secteur industriel de la fibre optique est l'un des secteurs les plus innovants, avec de nouvelles technologies qui apparaissent quasi quotidiennement. Le développement des composants passifs liés à la couche physique des réseaux a connu un essor particulier dans les années 90. Pour répondre à leurs besoins plus rapidement, les acteurs de la filière (fournisseurs de service, FAI, équipementiers, constructeurs de systèmes de câblage...) ont tour à tour développé des technologies variées. Il en résulte un nombre important de format de connecteurs différents.

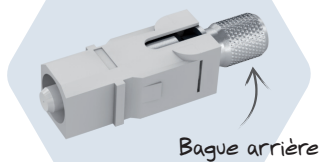
Une des pierres angulaires ayant permis de bâtir notre présent et futur des télécommunications sur fibres optiques a été la combinaison de fibres de verre dimensionnées à 9/125 μm , 50/125 μm , 62,5 μm et de férules céramiques (ZrO₂) de grande précision.

Ainsi, la plupart des connecteurs optiques utilisés aujourd'hui dans les télécommunications sont basés sur une férule céramique percée ($\approx \varnothing 126 \mu\text{m}$) dans laquelle est positionné le brin de fibre optique à 125 μm . La férule est généralement montée sur un support métallique appelé « flange » permettant ainsi le maintien mécanique dans le corps du connecteur. Ce dernier peut être constitué de différentes matières telles que le plastique ou le métal en fonction du format associé. Le corps du connecteur sécurise le maintien mécanique au sein des raccords ou traversées optiques. Un manchon arrière ($\varnothing 0,9 \text{ mm}$, 2,0 mm ou 3,0 mm) est quant à lui positionné pour garantir un rayon de courbure minimal de la fibre en sortie de connecteur et pour ne pas compromettre le signal optique.

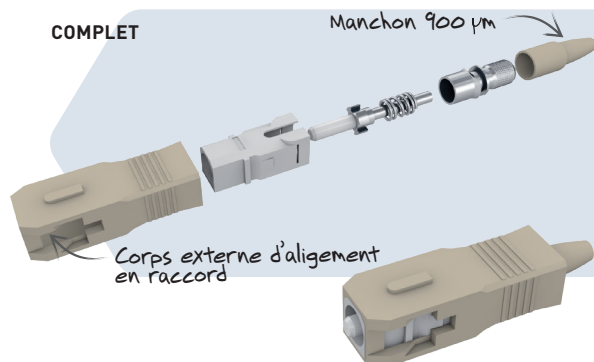
AVANT ASSEMBLAGE



APRÈS ASSEMBLAGE



COMPLET



*Le ressort permet l'ajustement et le contact (IEC 61753-1 grades)



MÉTHODE DE RACCORDEMENT ET SURFACE DE CONNECTEUR

Les raccordements par épissurage (jointage direct de 2 fibres) et par montage de connecteurs sont les 2 possibilités usuelles existantes. Lors du raccordement d'un connecteur, quel que soit le type de connecteur (Epoxy, Hot-Melt, Pré-fibré en usine), des colles adhésives et un process de polissage sont utilisés, sur le terrain ou en usine.

Une fois la protusion de fibre cleavée (FIGURE 1), le polissage est une étape cruciale pour supprimer la pointe de colle s'étant déposée en surface de connecteur. Ce surplus est en fait un surplus de la colle injectée dans le connecteur « vide », qui est poussée vers la surface lors de l'insertion de la fibre.

FIGURE 1

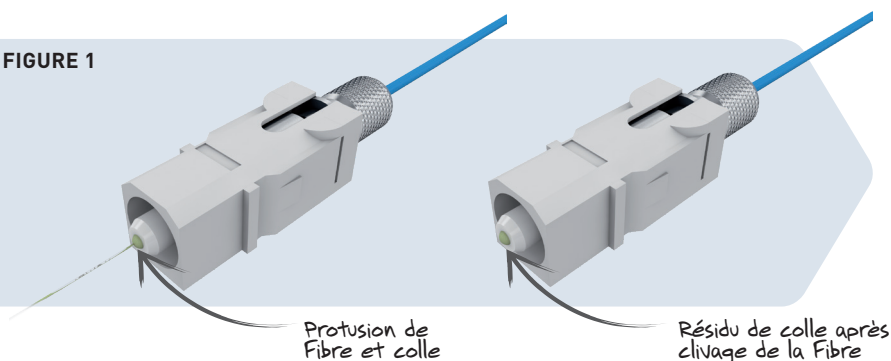
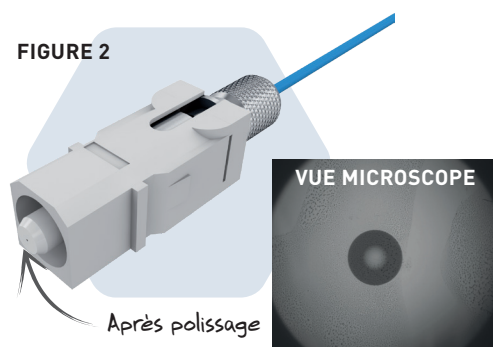


FIGURE 2



Les étapes de polissage suivantes ont pour but d'optimiser la géométrie de la surface du connecteur (en 3D) et d'obtenir une surface lisse et sans fissures. (FIGURE 2)

La forme de la surface est également spécifique et encadrée par des normes internationales qui garantissent l'interopérabilité des connecteurs lorsqu'ils sont ensuite enfichés dans les traversées optiques. Cela implique donc plusieurs étapes minutieuses incluant diverses matières abrasives, plateaux supports et pressions (process automatisés) permettant d'enlever de fins morceaux de verre et particules indésirables, de façon contrôlée.

Une surface parfaitement lisse, associée à une forme convexe particulière, assure la propagation du signal optique entre la fibre du connecteur A et la fibre du connecteur B, lorsque ceux-ci sont enfichés dans une traversée (raccord). Si les fibres A et B sont en contact dans la zone désirée (quelques μm), la propagation est assurée par Contact Physique, d'où le nom de la méthode d'alignement PC (Physical Contact).

(FIGURE 3)

Des défauts majeurs de type craquelures, fissures ou défaut de contact dans le raccord (FIGURE 4) peuvent conduire à une déviation des signaux optiques à l'extérieur du cœur donnant lieu à une perte de puissance (Insertion Loss) entre A et B ainsi qu'à des réflexions en sens inverse (Back réflectance). Pour illustrer le phénomène de réflexions, pensez à l'effet miroir lorsque vous envoyez de la lumière sur un miroir et que vous avez le sentiment d'être aveugle pour un instant. Le même principe s'applique dans les télécommunications sur fibre optique, le risque étant de parasiter l'émetteur en amont. C'est pourquoi la régularité et la forme des extrémités optiques revêtent une importance capitale. D'autres critères plus rigoureux sur la géométrie finale peuvent également être appliqués lors de la production massive automatisée, afin de satisfaire aux exigences des standards internationaux tels que IEC, TELCORDIA ... (FIGURE 5)

La propreté de la surface des connecteurs optiques est également un élément critique.

FIGURE 3

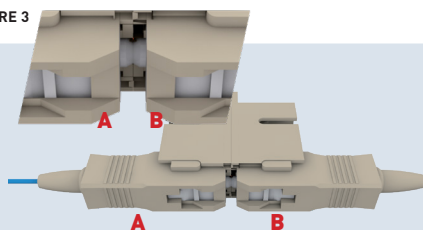


FIGURE 4

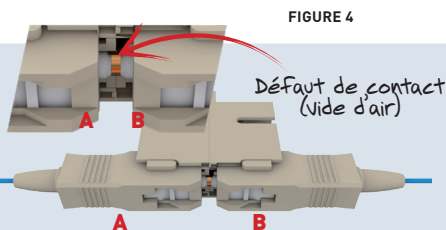
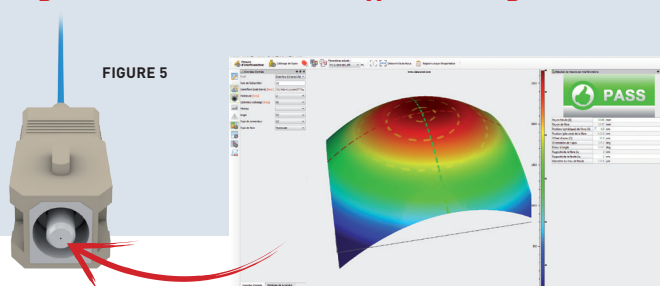


FIGURE 5



Contrôle 3D par interférométrie de la surface du connecteur

Des méthodes de mise en contact existent afin de répondre à divers besoins dépendant de la puissance absolue (mW ou dBm) utilisée par l'équipement de réseau.

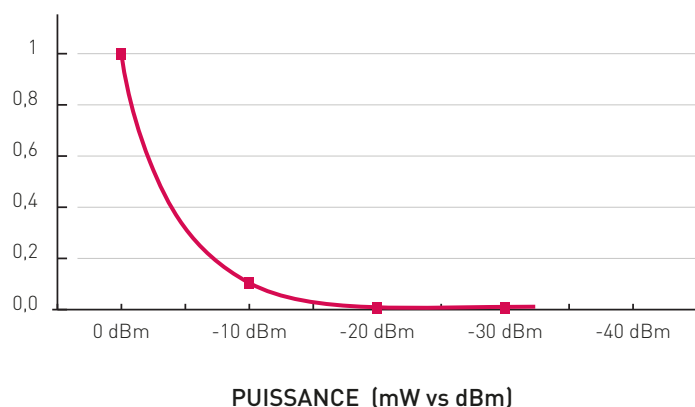
Pour résumer, les composants ou émetteurs optiques intégrés dans les équipements présentent des puissances différentes en fonction du protocole utilisé, lui-même lié à la topologie de réseau. La puissance absolue dégagée par les émetteurs optiques est exprimée en dBm qui est l'unité de référence résultant de la conversion logarithmique décimale de la puissance en mW (0 dBm = 1 mW). L'expression en dBm rend plus simple la comparaison de deux ou plusieurs valeurs.

A titre d'exemple, une perte de puissance de 50 % (ex de 1 mW à 0,5 mW) correspond à une atténuation de signal de 3 dB (lorsqu'il s'agit d'une valeur comparée, l'unité est exprimée en dB, lorsqu'il s'agit d'une puissance absolue, celle-ci est exprimée en dBm). Typiquement, les fibres multimodes sont caractérisées par une atténuation maximale de 3 dB/km, ce qui signifie qu'après 1 km, la puissance du signal est divisée par 2.

Pour comprendre l'échelle logarithmique utilisée par le Décibel en optique : un signal divisé par dix équivaut à une perte de 10 dB, un signal divisé par 100 équivaut à une perte de 20 dB, par 1000 de 30 dB...

PERTE DE PUISSANCE

Affaiblissement (dB)	% absorbé	% transmis
0	0,00	100,00
0,01	0,23	99,77
0,1	2,28	97,72
1	20,57	79,43
2	36,90	63,10
3	49,88	50,12
4	60,19	39,81
10	90,00	10,00
20	99,00	1,00
40	99,99	0,01
60	99,9999	0,0001



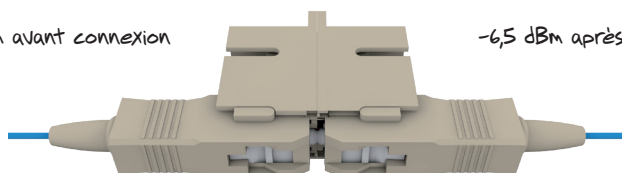
PERTE D'INSERTION DES CONNECTEURS OPTIQUES

Bien que les connecteurs soient raccordés et polis d'une manière très précise de façon à guider les ondes optiques lorsque deux connecteurs sont accouplés, une faible perte de puissance du signal est observée. Ceci peut être causé par une mauvaise mise en contact, un désalignement angulaire des surfaces, une ouverture numérique différente de part et d'autres (champ de diffusion des ondes optiques propre à la fibre en elle-même), une différence de taille de cœur des fibres optiques.

Aucun connecteur optique n'est réellement parfait en surface, conduisant ainsi à une perte optique légère (perte d'insertion) entre deux connecteurs couplés dans un raccord. La perte d'insertion est toujours mesurée pour un couple de connecteurs complet. Lors des mesures de terrain, cette valeur est mesurée et confrontée à une valeur limite qui se situe souvent entre 0.3dB et 0.5dB en fonction du type de connecteur/fibre.

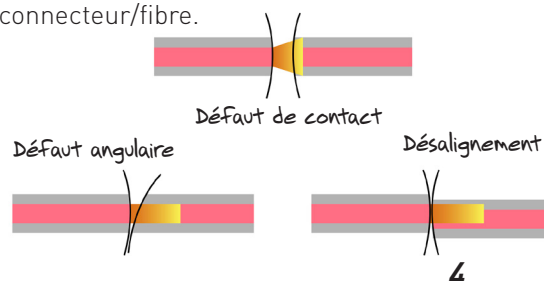
-6 dBm avant connexion

-6,5 dBm après connexion



$$\text{Perte insertion (IL)} = 0,5 \text{ dB}$$

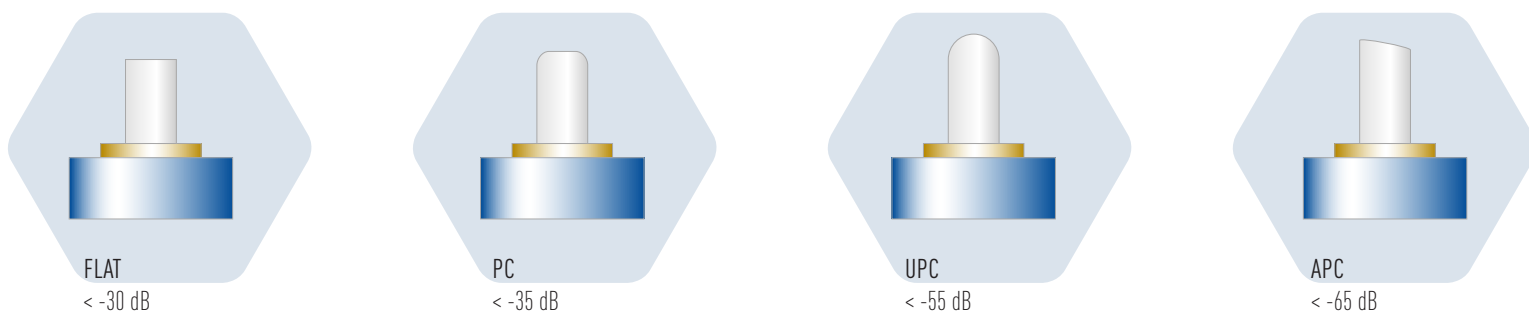
$$[-6 \text{ dBm} - (-6,5 \text{ dBm})] = 0,5 \text{ dB}$$



REFLECTANCE DES CONNECTEURS

Comme mentionné précédemment, la réflectance peut être comparée à un effet miroir. Les défauts de surface ainsi que la surface quelque peu réfléchissante du connecteur opposé, dans le raccord, peuvent engendrer des réflexions de signal vers la source émettrice. Il s'agit donc de quantifier et minimiser cet effet néfaste prépondérant au niveau de la première connexion suivant l'équipement. A cet endroit du lien, la puissance optique est presque intégrale et la perte de puissance quasi nulle, augmentant donc la quantité de signal potentiellement réfléchi vers l'émetteur. Dans les réseaux longue distance (WAN, MAN, FTTx) ou analogiques (CATV) sur fibres optiques monomodes, les puissances utilisées sont relativement importantes et la réflectance devient un paramètre critique. La puissance initiale est plus faible sur les réseaux à fibres optiques multimodes de type LAN (bureaux ou Datacenter).

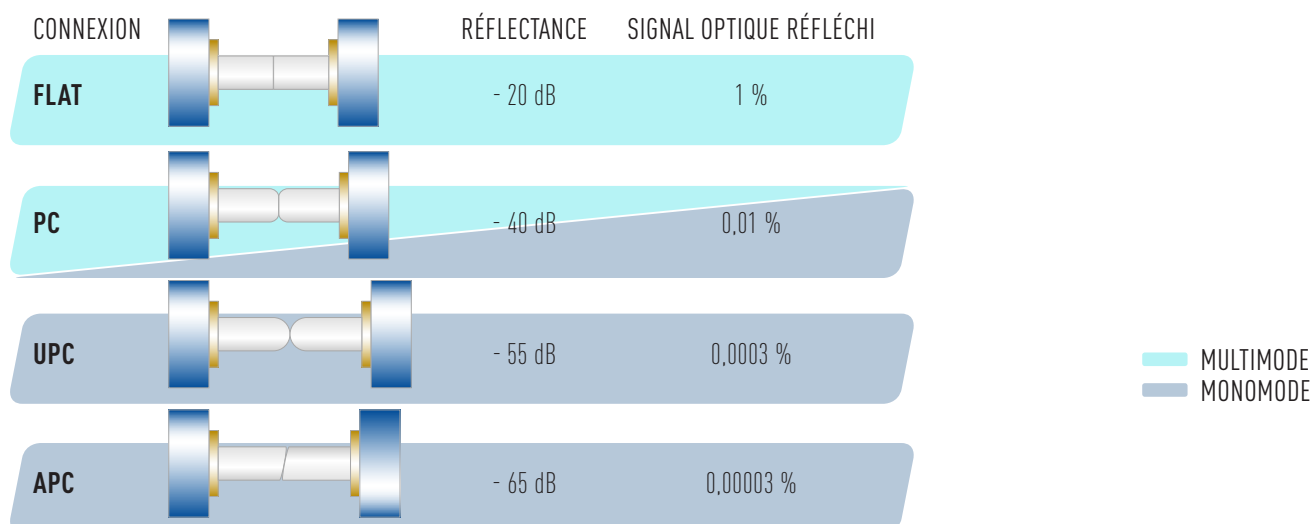
Pour optimiser la réflectance, différents type de Contacts Physiques (PC) ont été développés. En contrôlant de manière plus précise la forme et la zone de contact, il est possible de minimiser les réflexions de signal non désirées. Tous les connecteurs optiques sont en effet caractérisés par leur format mais aussi par leur type de contact physique (ex : SC/PC, ST/PC, LC/PC...). Dans les variantes du contact physique traditionnel, on retrouve le contact nommé UPC (Ultra Physical Contact) et le Contact Physique Angulaire (APC), d'où les variantes de connecteurs de type SC/APC, SC/UPC, LC/APC, par exemple. Résultant notamment d'un polissage particulier, les connecteurs à contact de type UPC et APC sont généralement utilisés ou associés à des fibres monomodes pour les raisons évoquées précédemment. Le contrôle de la propreté des surfaces optiques est également indispensable pour garantir un niveau de réflectance adéquat.



Le format APC (ex SC/APC) est le plus souvent déployé dans les réseaux Télécom (transport, collecte, accès FTTx), vidéo analogique sur fibre ou directement intégré aux équipements médicaux ou de mesure (OTDR, analyseurs) gérant des puissances optiques relativement élevées.

Note : Plus la valeur exprimée en décibels est petite, plus le signal réfléchi est faible (meilleure performance).

EXEMPLES DE NIVEAU DE RÉFLECTANCE



LES TYPES DE CONNECTEURS

CONNECTEURS À FIBRE INDIVIDUELLE

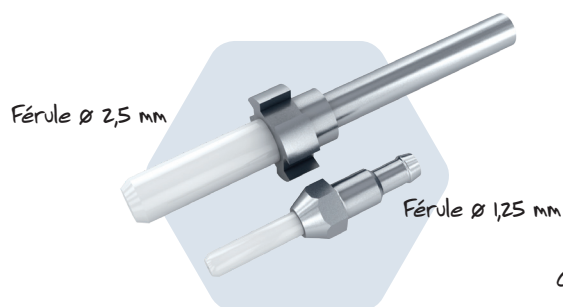
Outre les déclinaisons des types de contact physique, plusieurs variantes dans la forme du connecteur ont été élaborées, voire normalisées. La grande diversité est liée à la recherche constante d'un format alliant stabilité mécanique, performance optique optimale et adéquation aux conditions environnementales visées.

Les multiples formats de connecteurs optiques présentent en premier lieu une différence quant au maintien mécanique. Bien évidemment, le format particulier des connecteurs est associé au format des traversées optiques ou raccords. Dans les mécanismes de maintien ou de sécurisation dans la traversée, on recense notamment le verrouillage par vis, encliquetage ou encore baïonnette...

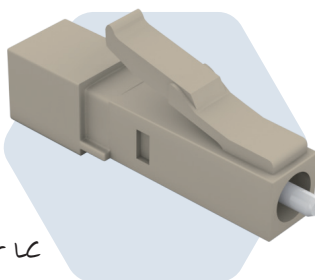
Dans les systèmes actuels de télécommunication à fibres optiques, 2 grandes familles de connecteurs sont couramment utilisées :

- Connecteurs à fêrle Ø 1,25 mm
- Connecteurs à fêrle Ø 2,5 mm

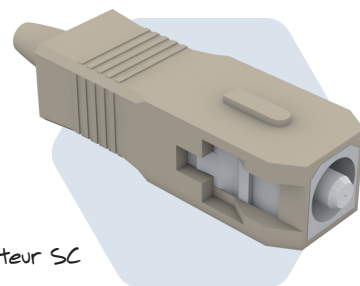
Les connecteurs au format SC et LC sont les plus employés dans les environnements tertiaires et datacenters. Le format LC est privilégié dans les dernières publications de l'ISO et du CENELEC (ISO 11801 et EN 50173) et permet d'optimiser les performances du lien fibre optique en support du 10GBase-SR, voire du 25GBase-SR. Le connecteur SC et ses variantes (ex : SC/APC) reste le connecteur populaire dans le secteur Telecom et les réseaux à fibres optiques monomodes moyenne et longue distance.



Connecteur LC



Connecteur SC



CONNECTEURS MULTIFIBRES

L'explosion des besoins en matière de débit et de bande passante a vu naître une nouvelle série de connecteurs permettant l'intégration de plusieurs fibres dans un format réduit. Les connecteurs basés sur une fêrle de technologie MT (qui n'est plus une fêrle céramique mais thermoplastique, ex : PPS) permettent une agrégation physique de plusieurs fibres dans le but d'augmenter le débit pour atteindre des vitesses de l'ordre du 100Gbits/s.

Ces fêrles associées à un corps mécanique plastique de type Push/Pull portent notamment le nom commun de MPO (Egalement appelé MTP dans sa version brevetée). Il se décline en versions 8 fibres, 12 fibres, 24 fibres pour les plus courantes.

Les connecteurs MPO peuplent de manière significative les infrastructures de câblage à fibre optique des datacenters et sont majoritairement raccordés en usine.

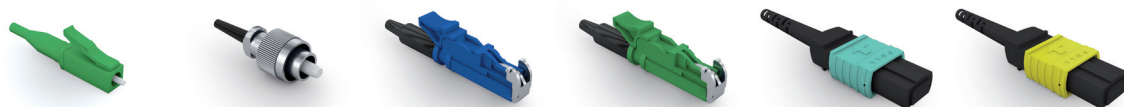
La complexité de montage et de vérification nécessaire (interférométrie 3D sur les 12 fibres simultanément par ex.) du MPO le rendent difficile à raccorder sur site. Une clé mécanique sur le dessus ou le dessous du connecteur permet de garantir une polarité particulière afin d'assurer (au travers du câblage installé) que les émetteurs du

module optique amont (modules QSFP) communiquent avec les récepteurs du module de l'équipement distant (Tx vers Rx). Les connecteurs MPO produisent généralement une perte d'insertion plus forte que les connecteurs à fibre individuelle, ainsi qu'un effet de réflexion plus élevé (Réflectance). Toutefois des connectiques optimisées à faible perte d'insertion existent également (MPO ou MTP Low Loss).

COMPARAISON DES DIFFÉRENTS FORMATS DE CONNECTEURS



Connecteur	SC/PC	SC/UPC	SC/APC	ST/PC	LC/PC	LC/UPC	LC/APC
Type FO	MM	SM	SM	MM	MM	MM	SM
Couleur corps	Beige	Bleu	Vert	Métal	Beige	Aqua	
Adapté pour l'environnement	Tertiaire	Télécom	FTTH	Tertiaire	Tertiaire	Datacenter	Tertiaire
		Tertiaire	Télécom			Tertiaire	Télécom
Méthode de maintien	Encliquetage avec détrompeur	Encliquetage avec détrompeur	Encliquetage avec détrompeur	Verrouillage baïonnette	Encliquetage avec languette	Encliquetage avec languette	Encliquetage avec languette
Gabarit férule	2,5 mm	2,5 mm	2,5 mm	2,5 mm	1,25 mm	1,25 mm	1,25 mm
Perte insertion typique	0,25 dB	0,25 dB	0,3 dB	0,3 dB	0,15 dB	0,10 dB	0,10 dB
Avantage	Répandu Mécanique stable	Répandu Mécanique stable	Répandu Mécanique stable Réflectance faible		Densité & perte insertion	Densité & perte insertion	Densité & perte insertion



Connecteur	LC/APC	FC/PC	E2000/UPC	E2000/APC	MPO	MPO/APC
Type FO	SM	MM	SM	SM	MM	SM
Couleur corps		Métal	Bleu	Vert	Aqua	Jaune
Adapté pour l'environnement	FTTH	Tertiaire	Télécom	FTTH	Datacenter	Datacenter
	Télécom	Instrumentation	FTTH			
Méthode de maintien	Encliquetage avec languette	Bague de vissage	Encliquetage à double languette	Encliquetage à double languette	Encliquetage avec détrompeur	Encliquetage avec détrompeur
Gabarit férule	1,25 mm	2,5 mm	2,5 mm	2,5 mm	Spécifique	Spécifique
Perte insertion typique	0,15 dB	0,3 dB			0,35 dB	0,5 dB
Avantage	Densité perte insertion, réflectance faible	Très stable mécaniquement	Languette anti-poussière interne automatique		Densité, applications à débits élevés	

CONCLUSION

Choisir une connectique adaptée dépend, certes, des éléments de câblage existants mais aussi de l'environnement de destination. La criticité des liens à fibres optiques déployés implique le choix de connecteurs adaptés à l'application visée. Le format de connecteur n'est pas simplement une question d'esthétique ou de commodité, il est un élément essentiel dans la garantie de performance.

Les chefs de produits et experts techniques Gigamedia sont parfaitement au fait de ces considérations, et, prennent un soin particulier à mettre sur le marché des composants optiques (connecteurs, pigtails, cordons ...) qui répondent et dépassent les exigences des standards en vigueur. Ces produits sont testés à 100 % pour leur performance en perte d'insertion (IL) et réflectance (RL), conformément à

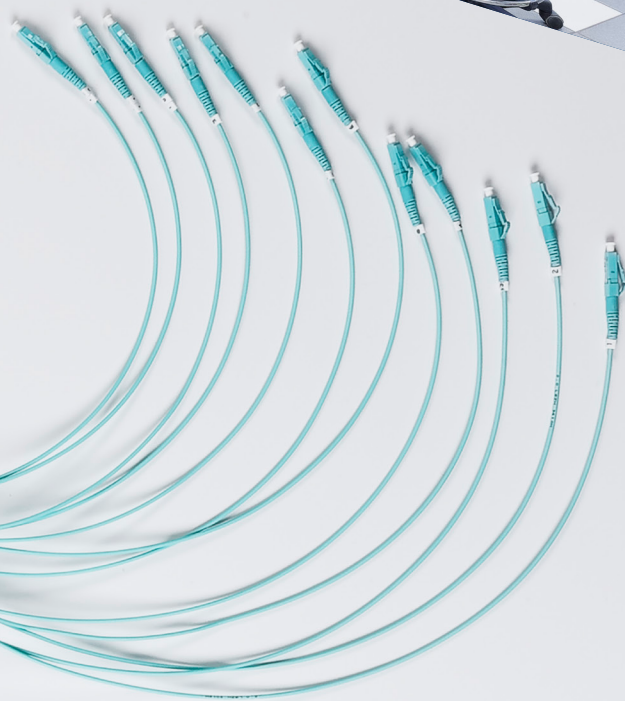
la série de standards IEC 61300. S'ajoutent à cela des tests d'interopérabilité et de garantie de stabilité mécanique et optique grâce à la technique de mesure par interférométrie (visualisation 3D de la surface de connecteur). Ces techniques d'inspection sont également implémentées au sein de notre atelier de préconnectorisation interne qui offre une solution clé-en-main dans laquelle les connecteurs sont pré-assemblés sur le câble fibre optique sélectionné. Les bénéfices qui en résultent sont la réduction des temps et coûts d'installation.

Pour plus d'informations sur nos solutions de raccordement en atelier, nous vous invitons à visiter www.pre-t.fr



NOS SOLUTIONS SUR-MESURE

Pré-connexion fibre optique



GAGNEZ DU
TEMPS



FACILITEZ
VOS CHANTIERS



ÉCONOMISEZ
DE L'ARGENT

Retrouvez l'intégralité des services PRE-T en ligne

pre-t.fr

PRÉ-CONNECTORISATION
FIBRE OPTIQUE

PRÉ-CONNECTORISATION
CUIVRE

PRÉ-ÉQUIPEMENT
DE BAIES

SOLUTIONS POUR
L'IDENTIFICATION

KITTING
VOS ENVOIS SUR-MESURE