

Câblage Fibre Optique

La fibre optique est devenue ces 10 dernières années, le support incontournable des backbones d'opérateurs de Télécommunications. Du point de vue de l'entreprise, son utilisation se répand progressivement, mais reste surtout l'apanage des Grands Comptes et dehors des rocares d'étages.

Les freins à son expansion en entreprises, réels ou imaginaires, sont principalement de 3 sortes :

- Un prix élevé d'installation
- Une complexité de mise en œuvre : multitude des connecteurs, fragilité ...
- Le coût élevé des équipements actifs

Notre objectif dans ce document est d'apporter une vision démystifiée et simplifiée des raccordements fibres, de leur mise en œuvre à leur utilisation.

Domaine d'utilisation de la fibre

Dans l'esprit de beaucoup, on utilise de la fibre dès lors que l'on travaille à haut débit. Pour l'entreprise « classique » cette vision est fautive. Les câblages cuivre sont maintenant avec les Catégories 6a et 7, capables d'opérer des débits de 10Gb/s en IP.

La fibre présente les avantages suivants sur le cuivre :

- La distance : le cuivre se limite à 100 m, la fibre atteint plusieurs centaines de mètres et plusieurs kilomètres selon les choix techniques
- La résistance aux perturbations électromagnétiques : la fibre n'y est pas sensible

Typiquement, les applications en entreprise pour la fibre optique sont :

- Les rocares : interconnexion de baies, d'étage
→ Il est souvent opportun de comparer avec une solution cuivre en Catégorie 6a moins onéreuse surtout pour la partie équipements actifs
- Les interconnexions de bâtiments
- Les applications « typiques » : le SAN (Storage Area Network) est quasiment toujours raccordé en fibre optique

Quels sont les constituants d'un lien optique ?

- **La fibre optique** : En fait, c'est un câble protégé qui contient plusieurs brins optiques. On trouve le plus souvent : 2, 6, 12 ou 24 brins.
- **Connecteurs optiques** : À l'extrémité de chaque brin optique, on installe un connecteur optique (mâle) qui va permettre la connexion simple de l'extrémité de fibre.
- **Tiroir Optique** : Il permet d'organiser et de protéger les brins optiques avec leur connecteur aux extrémités du câble optique
- **Traversées Optiques** : ce sont des connecteurs femelle/femelle installés dans le tiroir optique permettant de faire le pont entre les brins/connecteurs protégés par le tiroir et le monde extérieur
- **Jarretière optique** : C'est l'équivalent du cordon de brassage pour le cuivre. Elle se raccorde au côté extérieur de la traversée optique et l'autre extrémité à un équipement actif ou une autre traversée optique

Sans rentrer immédiatement dans les détails, il faut savoir qu'il existe de multiples qualités/types de câble optique et qu'il existe une dizaine de types de connecteurs différents ! Mais tout cela paraît plus compliqué que cela n'est !

Pour un lien : 1 ou 2 fibres ?

La réponse est 2 fibres (ou Brins). Une fibre gère l'émission et l'autre la réception.

MAIS, il est aussi possible de gérer émission et réception sur un seul brin. C'est beaucoup plus rarement utilisé, car l'équipement de transmission est plus onéreux.

Coûts comparés : fibre vs cuivre

Les câbles fibre optique peuvent contenir de multiples brins. Classiquement pour le câblage de bâtiment, on utilise des câbles de 2 à 24 fibres.

Par exemple, sur la base des prix NEXANS, pour de la fibre multimode OM2, le 24 brins coûte 6,2 fois plus cher que le 2 brins (soit 50% moins cher par brin). Si l'on ajoute le coût de tirage (sur la base d'une installation standard), on a un ratio de 1 à 3,5.

En conclusion : il est préférable de surdimensionner son nombre de brins, dès que l'on risque d'avoir des besoins d'extension.

Autre comparaison, si l'on compare le coût d'installation de Cuivre Cat 6^E UTP avec la fibre (câble et pose – connecteur et pose):

Nombre de liens	Cuivre	Fibre	Cuivre + RJ (80m)	Fibre+connecteurs (80m)	Ratio fibre/cuivre
1	100	180	130	350	2.7
6	600	370	780	1370	1.8
12	1200	630	1560	2630	1,7

En conclusion : Même si la densité des fibres dans le câble facilite son installation, la connectique est elle beaucoup plus onéreuse que celle du cuivre. Au-delà des problèmes de distances solutionnés par la fibre, celle-ci a un intérêt significatif lorsque la densité de liens est importante.

Si par habitude, on réalise les rocares entre répartiteur d'étages en optique, dans la plupart des cas, le cuivre est la solution financièrement et techniquement la meilleure (tant que la distance est inférieure à 100m – brassage compris)!

De l'optique à l'actif

Certains actifs se raccordent directement à la fibre via un connecteur normalisé (SC, LC ...). C'est le cas le plus souvent, par exemple, des routeurs d'infrastructure (type Cisco 12000).

Pour la plupart des équipements d'entreprise, tels que les commutateurs réseaux par exemple, il existe l'interface Gigabit Ethernet qui est une interface électrique « *presque standardisée* » et qui accueille un **GBIC** : GigaBit Interface Converter.

Le GBIC va permettre de faire le pont entre l'optique (transmission) et l'électrique (l'équipement actif). Le gros intérêt de cette approche est de pouvoir via le GBIC (il en existe de nombreux types) choisir la manière dont on veut opérer la fibre optique sans changer l'équipement actif.

Type de GBIC	Utilisation	Comparatif de prix Base 100 (approx)
1000 Base-SX	Fibre multi mode – Distance max 550m	100
1000 Base-LX/LH	Fibre Monomode ou multimode Distance max respectivement 10 Km et 550m	200
1000Base-ZX	Fibre monomode – Distance max 70 km	900
1000Base-BX10	Fibre monomode – Brin Unique Distance Max : 10 km	600

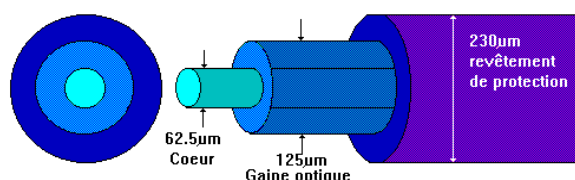
La Fibre optique – Multimode ou Monomode

Il en existe de très nombreux types et nous allons tenter de simplifier les choses. Les indications de distances et de débits possibles que nous donnons sont très liées aux différents fabricants qui vont en général bien au-delà des minimums définis par les normes.

La fibre multimode est la plus couramment utilisée, elle est dite OM1, OM2 ou OM3 en fonction de ses caractéristiques. Pour les longues distances, principalement pour les réseaux de télécommunication, elle est monomode, dite OS1. La capacité de la fibre à transmettre sur de longues distances va dépendre de son diamètre. Plus il est petit, plus on transmet loin.

La fibre est un câble constitué de plusieurs couches :

- Cœur optique : 62,5µm pour OM1, 50µm pour OM2 et OM3, 9µm pour OS1
 - o En silice, quartz fondu ou plastique – les ondes optiques s’y propagent
- Gaine optique : 125µm
 - o Elle confine les ondes optiques dans le cœur
- Revêtements :
 - o Par exemple : gaine primaire (230µm), Gaine silicone (400µm) et Gaine extérieure (900µm)



Type de réseau	Caractéristiques	Multimode			Monomode
		OM1 62.5/125µm	OM2 50/125µm	OM3 50/125µm	OS1 (G652) 9/125µm
10BaseFL	10Mb/s 850nm	3 000 m	3 000 m	3 000 m	NA
100BaseFX	100Mb/s 1300nm	5 000 m	5 000 m	5 000 m	NA
1000BaseSX	1Gb/s 850nm	275 m	550 m	550 m	NA
1000BaseLX	1Gb/s 1200nm	550 m	550 m	550 m	NA
10GBase S	10Gb/s 850nm	30 m	80 m	300 m	NA
10GBaseL	10Gb/s 1310nm	NA	NA	NA	10 Km
10GBaseLX4	10Gb/s 4x1300nm	300 m	300 m	300 m	10 Km
10GbaseE	10Gb/s 1550nm	NA	NA	NA	40 Km

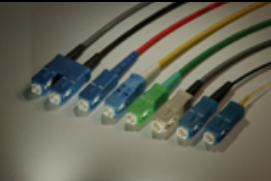
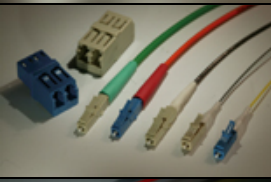

Ces valeurs sont des minimums, les fabricants de fibres réalisent pour certains, des versions améliorées permettant d'atteindre de plus grandes distances.

Sur le plan des caractéristiques physiques, il existe de multiples types de câbles, plus ou moins protégés, adapté ou non au milieu extérieur. Pour simplifier, on notera que les câbles à structure serrée sont les plus simples à mettre en œuvre mais ne résistent pas au gel et que ceux à structure libre résistent au gel.

Les connecteurs

Ils sont d'une très grande diversité avec plus de 10 connecteurs différents. Le connecteur doit permettre de minimiser les pertes optiques, être résistant, facile à manipuler, d'un encombrement réduit. On est encore loin de l'équivalent du RJ45 pour l'optique (en terme de standard).

Nous avons listés ici les trois connecteurs les plus utilisés : SC : le plus courant, LC : pour les applications nécessitant sa petite taille et FC : pour sa qualité et sa robustesse.

			<p>Le connecteur SC est carré et de petite taille. Sa férule flottante permet d'éviter les déconnexions en cas de contraintes sur le câble. Sa petite taille permet de gérer une densité de connexions importante.</p>
			<p>Le connecteur LC est un connecteur miniature. Il est souvent utilisé avec les Mini-Gbic et certaines cartes fibre.</p>
			<p>Le connecteur FC est un connecteur de haute précision utilisé dans les applications très demandeuses en terme de qualité : télécoms, instrumentation ... Le verrouillage se fait par un filetage</p>

Le Raccordement

L'installation d'une fibre sur site nécessite la mise en place des connecteurs aux extrémités. C'est une opération délicate qui nécessite un savoir faire évident. On dispose de 3 solutions pour le raccordement des connecteurs :

- Fibre pré-connectée : Il est possible d'installer une fibre pour laquelle les connecteurs sont déjà assemblés aux extrémités. Ils sont protégés pour que le tirage de la fibre ne les dégrade pas. L'avantage est de bénéficier de connecteurs assemblés en usine. L'inconvénient est qu'il faut disposer du métré exact.
- Raccordement sur site : Il nécessite un opérateur qualifié et expérimenté. On obtient à ce moment un raccordement proche de ceux réalisés en usine. Le principe le plus courant est le collage de la fibre dans le connecteur. C'est la méthode la plus couramment utilisée.
- Pigtail et fusion : c'est une solution intermédiaire entre les deux précédentes. Le pigtail est un connecteur raccordé en usine à une faible longueur de fibre. Cette fibre est raccordée à la fibre installée par fusion. La fusion étant réalisée par une machine spécifique et le connecteur pré connecté, la solution finale est de très haute qualité. L'inconvénient est que le coût est très élevé.

Il existe aussi des raccordements mécaniques, mais qui ne sont à utiliser qu'en temporaire et qui ne garantissent pas les mêmes niveaux de qualité.

Les tests : Photométrie et réflectométrie

On mesure la qualité d'une liaison optique au travers de l'affaiblissement du signal exprimé en dB. Cet affaiblissement provient de différentes sources : la fibre elle-même, les différents connecteurs et les 'imperfections' (mauvaise courbure de la fibre, connecteurs sales ...).

On dispose de 2 méthodes pour réaliser la mesure de l'affaiblissement :

- **La photométrie** : La méthode la plus simple. Elle permet d'obtenir une valeur d'affaiblissement pour une liaison. Elle ne permet pas de diagnostiquer les raisons de cet affaiblissement.
- **La réflectométrie** : Beaucoup plus fine, cette mesure permet en plus de connaître la longueur de la fibre ainsi que le positionnement des points typiques d'affaiblissement.