

Votre infrastructure de câblage réseau limite-t-elle votre productivité ?

**Tout ce qu'il faut savoir
avant de migrer à 10 Gb/s ou plus**

Les limitations d'une infrastructure réseau actuelle pour le passage au 10 Gb/s ou plus

Les communications numériques sont en pleine expansion, et occupent un rôle de plus en plus important. Cette révolution des modes de communications influe directement sur les infrastructures qui les supportent. Afin d'assurer cette expansion, et tout problème de congestion, les réseaux doivent être toujours plus performants.

Ce livre blanc a pour but d'explicitier les raisons techniques qui limitent le déploiement du très haut débit sur des infrastructures existantes de fibres multimodes.

1. Une demande croissante de bande passante dans les réseaux locaux

Ces dernières années, il y a eu beaucoup d'efforts pour développer les systèmes de transmissions optiques de nouvelles générations à 10 Gb/s dans les réseaux locaux d'entreprise (LAN pour Local Area Network).

Un nombre croissant d'applications nécessitent une bande passante considérable pour assurer le transfert et la diffusion continue de gros volumes de données, de fichiers audios ou vidéos. Les évolutions du monde de l'informatique contribuent à l'augmentation du trafic sur les réseaux, avec l'utilisation massive de la VoIP, des visio-conférences, des applications de collaboration en ligne, des applications temps réel, de la virtualisation, du cloud computing ou encore du stockage mutualisé.

Par ailleurs, la multiplication des terminaux mobiles et des objets connectés participe également à l'augmentation des besoins en bande passante. Les

applications gourmandes en bande passante et les types de trafic sensibles à la latence deviennent donc omniprésents dans le LAN. Il est donc nécessaire de pouvoir transporter ces flux de données avec une grande fiabilité et une qualité de service élevée.

Une très grande partie des fibres optiques multimodes (MMF) déployées ne supporte pas des débits de l'ordre de 10 Gb/s sur de longues distances. Cela est principalement lié à la conception de ces fibres qui ont été optimisées pour des débits inférieurs.

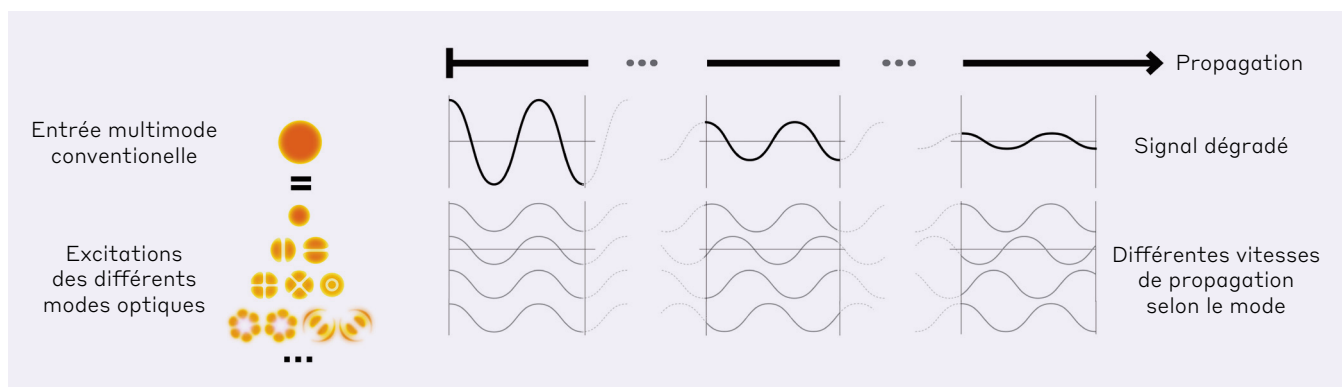
Contrairement aux composants actifs de réseau où les upgrades peuvent être réalisés de manière relativement simple via un upgrade logiciel ou matériel, l'infrastructure de câblage optique a une enveloppe de performance finie qui ne peut être augmentée sans changer physiquement le câble qui transporte l'information.

2. La problématique de la dispersion modale dans les fibres optiques multimodes

La fibre optique est un moyen de transport d'information très employé de par son faible encombrement, ses faibles pertes linéiques, son insensibilité aux perturbations électromagnétiques, etc... Cependant, la fibre présente des limitations de performances intrinsèques, inhérentes à ses propriétés physiques. En particulier, pour les fibres optiques multimodes installées dès les années 1980-90, comme les fibres OM1 (62,5/125 μm) et OM2

(50/125 μm), la transmission à haut débit se trouve limitée à cause de la dispersion modale.

La dispersion modale est un mécanisme de distorsion se produisant dans les fibres multimodes. Du fait de la différence de vitesse de modes, le signal est étalé voire déformé dans le temps au cours de la propagation dans la fibre.



Revenons aux propriétés physiques des fibres multimodes pour analyser ce phénomène plus en détails. Lorsque la lumière issue du transceiver entre dans la fibre multimode, elle se « sépare » en différents rayons appelés « modes ».

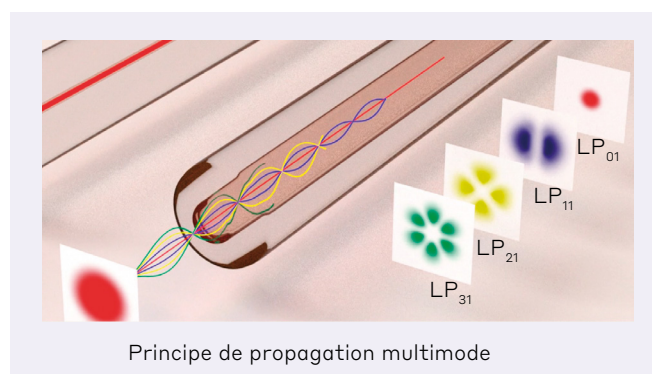
Les rayons lumineux issus de la source entrent dans le cœur de la fibre avec des angles différents par rapport à l'axe de la fibre optique. Les rayons qui entrent avec un angle plus faible vont voyager dans la fibre via un chemin plus direct par rapport aux rayons qui entrent avec un angle plus fort, qui eux vont se réfléchir de nombreuses fois de plus lors de la propagation.

Chaque mode va donc voyager le long d'un chemin optique différent au sein de la fibre optique. Il en résulte donc des temps d'arrivée en bout de fibre différents selon les modes. On parle alors de DMD, pour Differential Mode Delay.

L'arrivée non simultanée des différentes composantes du signal va déformer la forme du signal initialement envoyé : à cause de la DMD, une impulsion à l'émission peut s'étaler durant la propagation dans la fibre multimode,

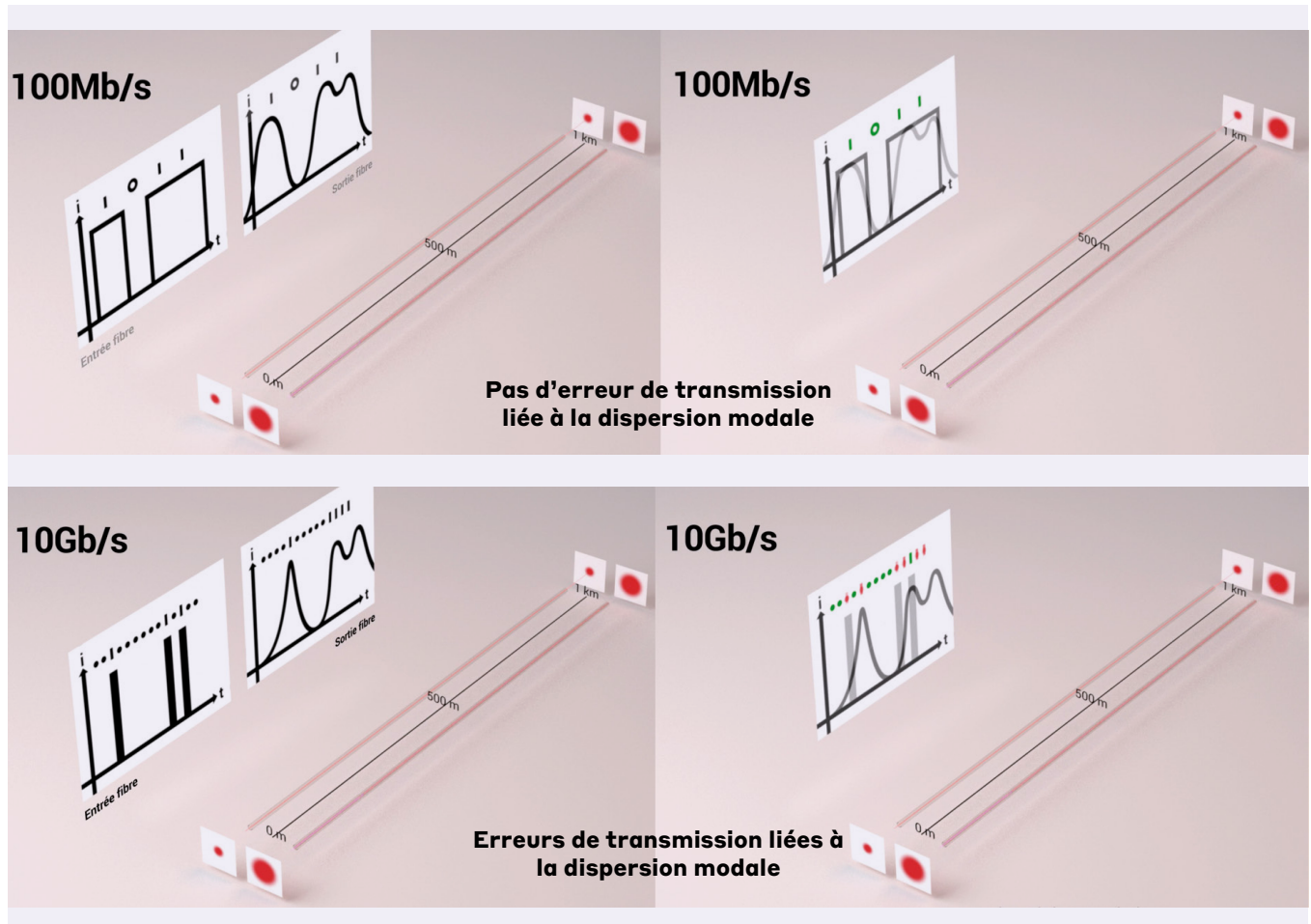
voire même dans les cas extrêmes se séparer en deux impulsions indépendantes.

Cela entraîne des interférences inter-symboles et l'impossibilité de récupérer les données transmises de manière fiable. Cette dégradation est d'autant plus importante que le débit transporté est grand, c'est-à-dire que les impulsions lumineuses sont courtes et rapprochées (typiquement 100 ps entre chaque impulsion à 10 Gb/s).



Pour résumer, la DMD dégrade la largeur de la bande passante modale de la fibre optique, ce qui provoque une diminution de la distance atteignable, à un débit

donné, supportée de manière fiable entre émetteur et récepteur.



Le profil d'indice de réfraction de la fibre influence profondément les vitesses des différents modes de propagation qui entraîne de la dispersion modale. C'est pourquoi il existe différentes générations de fibres multimodes à gradient d'indice (OMx, x=1, 2, 3 ou 4), diminuant ainsi les différences de temps de groupes entre modes selon le type de fibre.

Remarque : Il est intéressant de noter qu'en parvenant à conférer à la fibre des dimensions transverses suffisamment petites pour que celle-ci ne permette la propagation que d'un seul mode, des conditions optimales de dispersion sont alors obtenues pour minimiser l'étalement dans le temps du signal lumineux au cours de la propagation. On parle alors de fibre monomode.

3. Etat des lieux des transceivers

Aujourd'hui, le protocole Ethernet est devenu le protocole de communication standard utilisé dans les réseaux locaux. Au fil des années, l'institut IEEE a publié plusieurs normes relatives au Gigabit Ethernet (1 GbE IEEE 802.3z) et au 10 Gigabit Ethernet (10 GbE IEEE 802.3ae).

Pour mettre en oeuvre les différentes normes de la couche physique 1GbE et 10GbE dans les réseaux informatiques, de nombreuses interfaces optiques sont disponibles sur le marché. Ces interfaces sont appelées des transceivers et sont constitués d'un émetteur et d'un récepteur (de l'anglais : TRANSmitter-reCEIVER).

Le transceiver interface la carte mère de l'équipement réseau (tel que le switch par exemple) à la fibre optique qui

va transporter l'information. Il n'y a pas de normalisation concernant ces transceivers mais des accords multi-sources (MSA) sont établis. Les différences principales entre ces diverses interfaces sont notamment l'interface électronique, la consommation d'énergie, le facteur de forme c'est-à-dire la taille, et par conséquent le coût.

Les principaux formats de transceivers sont les suivants:

- GBIC (Gigabit Interface Converter)
- SFP (Small Form-factor Pluggable)
- SFP+ (Enhanced Small Form-factor Pluggable)
- XFP (10 Gigabit Small Form-factor Pluggable)
- QSFP+ (Quad Small Form-Factor Pluggable)
- XENPACK
- X2



Les transceivers sont classifiés généralement selon la longueur d'émission, les débits supportés et le type de fibres auxquelles ils sont destinés (monomode ou multimode).

Pour le 1GbE, on retrouve notamment les classifications :
1000BASE-SX : 850 nm, source laser multimode
1000BASE-LX : 1310 nm, source laser monomode
1000BASE-EX : 1550 nm, source laser monomode
1000BASE-ZX : 1550 nm, source laser monomode, budget optique étendu

De la même manière pour le 10GbE, on retrouve les classifications :
10GBASE-SR : 850 nm, source laser multimode
10GBASE-LR : 1310 nm, source laser monomode
10GBASE-ER : 1550 nm, source laser monomode
10GBASE-ZR : 1550 nm, source laser monomode, budget optique étendu

Lors du choix du transceiver, une caractéristique importante est notamment le budget optique disponible pour la liaison. Le budget optique est obtenu en soustrayant la sensibilité de réception à la puissance d'émission du transceiver.

Les options de facteur de forme sont interopérables tant que le type d'interface physique est le même aux extrémités de la liaison fibre point à point. Par exemple, il est possible de déployer une liaison fibre avec un module XFP 10GBASE-ER à une extrémité et un module SFP+ 10GBASE-ER à l'autre extrémité. Cependant, un module SFP+ 10GBASE-SR ne peut pas se connecter à un module SFP+ 10GBASE-LR à l'autre bout de la liaison.

Note : Ces transceivers sont disponibles pour le protocole Ethernet et également pour d'autres protocoles de communication type Fibre Channel et SDH.

4. Performances des fibres multimodes : débit vs distance

Il existe deux types de fibres optiques : les fibres monomodes et les fibres multimodes. Les fibres optiques monomodes sont technologiquement plus avancées et n'admettent qu'un seul mode de propagation. Elles sont utilisées pour transmettre de très hauts débits sur de très grandes distances.

A l'inverse, les fibres optiques multimodes, qui ont été les premières sur le marché, ont pour caractéristique de transporter plusieurs modes (chemins optiques). Comme indiqué précédemment, les fibres multimodes souffrent de dispersion modale qui limite le débit transporté sur une distance donnée.

Le Gigabit Ethernet a été la première technologie à rencontrer ce problème de dispersion modale en raison

du débit de transmission élevé (ie temps bit réduit). Pour les systèmes à 10 Gb/s, les effets de dispersion et d'interférences entre modes dégradent de manière significative les performances, ce qui limite les distances de transmissions maximales sur fibres multimodes à quelques centaines de mètres pour les fibres de dernière génération (OM3/OM4) voire quelques dizaines de mètres pour les fibres multimodes de première génération (OM1/OM2).

Typiquement, la mesure de la dispersion modale d'une fibre permet de qualifier la bande passante de la fibre, et ainsi la distance de transmission maximum pour un débit donné. Le tableau ci-dessous donne une vue globale des performances des fibres multimodes (sources IEEE et fabricants de fibre et de transceivers) :

DISTANCE MAXIMUM AVEC TRANSCEIVERS (850 OU 1310 NM) (IEEE)	100 MB/S	1 GB/S	10 GB/S
OM1	2000 m	400 m	35 m*
OM2	2000 m	550 m	80 m*
OM3	2000 m	575 m	315 m
OM4	2000 m	600 m	500 m

*Possibilité d'étendre à 220 m avec transceivers LRM et cordon d'adaptation de mode

Une solution pour éviter ces limitations de débit et de distance liées à la dispersion modale dans les fibres multimodes actuellement déployées serait donc de les remplacer par des fibres multimodes de dernière génération ou par de la fibre monomode qui ne souffre pas de la dispersion modale.

Or, redéployer de la fibre n'est pas souvent chose facile, cela va dépendre des distances mises en jeu et des difficultés de tirage des fibres. Un audit de l'infrastructure de câblage est nécessaire afin de vérifier la disponibilité des fourreaux, ainsi que leur état. Selon les cas, du génie civil peut être requis pour déployer de

nouveaux fourreaux.

Pour toutes ces raisons, les coûts de re-déploiement d'un nouveau câble peuvent être exorbitants et cette démarche peut entraîner une mise en oeuvre complexe et un impact non négligeable sur l'activité.

Il existe toutefois aujourd'hui une solution innovante qui permet de conserver son infrastructure de câblage existante et de répondre à la demande croissante de bande passante sur son réseau. Cette solution passive permet d'augmenter la bande passante des fibres optiques multimodes en levant le verrou lié à la dispersion modale.

PASSEZ À L'ÉTAPE SUIVANTE

**Découvrez comment passer
au 10 Gb/s en conservant votre ancienne
infrastructure de câblage multimode**

[Cliquez ici](#)

Exploitez pleinement le potentiel des fibres optiques

Cailabs fournit des solutions innovantes pour augmenter la capacité des fibres optiques.

Nous développons et produisons une large gamme de composants de mise en forme de la lumière grâce à notre technologie brevetée, efficace et flexible : la Conversion Multi-Plan de la Lumière

(MPLC pour Multi-Plane Light Conversion).

Des équipementiers et opérateurs télécoms internationaux, tels que Nokia, Cisco, Huawei, Tellabs et KDDI, font confiance à nos produits pour améliorer l'infrastructure réseau d'aujourd'hui et créer les réseaux de demain.



Avec Cailabs, profitez au maximum de vos fibres optiques.

Pour plus d'informations, contactez :
aroona@cailabs.com

cailabs

SHAPING THE LIGHT

CAILABS

38 boulevard Albert 1er
35200 Rennes, France

www.cailabs.com
aroona@cailabs.com

 **@CAILabs**