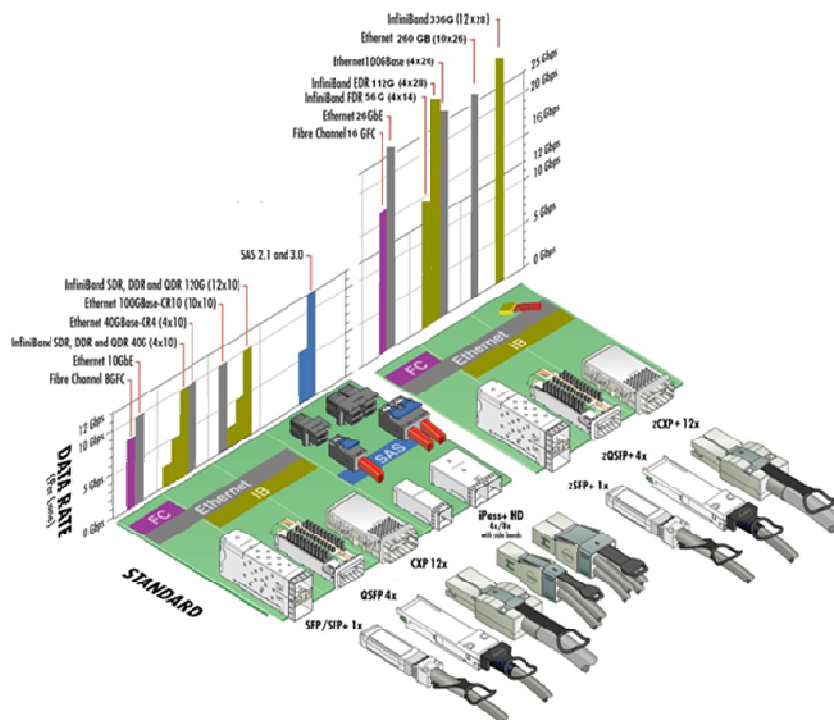


Connecteurs pour câbles optiques actifs

par Herbert Endres, Molex

Depuis une dizaine d'années sont apparues des interfaces d'entrée/sortie numériques universelles pour les centres de données et le secteur des télécommunications, principalement pour répondre au désir de disposer de ports universels capables de recevoir différents équipements – selon le débit de données et l'application. Cette approche présente l'avantage de proposer un composant d'E/S universel, qui n'est équipé des modules adaptés aux particularités locales qu'au moment de la mise en service. Pour satisfaire les exigences de CEM, les concepteurs ont développé des « cages », qui sont généralement placées sur le circuit imprimé du composant. Ces éléments présentent à l'avant une protection CEM en direction de la façade et reçoivent un connecteur hôte à l'arrière.

L'ancêtre des cages d'enfichage, le **GigaBit Interface Converter**, plus souvent désigné par l'abréviation GBIC, n'est plus qu'en lointain souvenir aujourd'hui. Il fut la première cage à largeur de bande Gigabit et à connecteur à fiches miniatures D-Sub à 9 pôles comme connecteur hôte. Depuis, les besoins en bande passante de l'industrie ont énormément évolué. Un Gigabit est déjà très proche d'un courant continu et la InfiniBand Trade Association a élaboré la norme rapide 14 Gigabit FDR (**F**ourteen **G**igabit **D**ata **R**ate). Dans les prochaines années sera introduite la norme 25 Gigabit EDR (**E**xtended **D**ata **R**ate). Les normes actuelles en matière de cages sont donc appelées à changer, notamment pour maîtriser ces nouveaux débits de données au niveau de la façade.

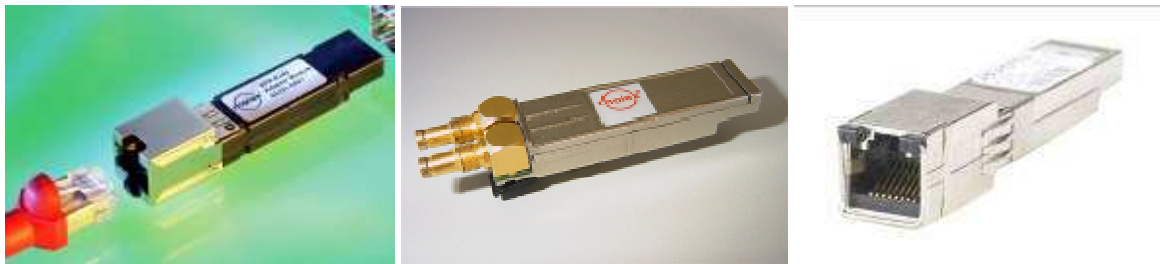


Outre la variante bien connue SFP (**S**mall **F**ormfactor **P**luggable) qui entre-temps a été « gonflée » de 5 Gbps à 10 Gbps, on rencontre aujourd'hui le format QSFP (**Q**uadro **SFP**), lequel permet de transmettre une largeur de bande de 40 Gbps sur quatre « Lanes » (une Lane = une liaison RX et une liaison TX). Le record en matière de largeur de bande revient cependant au format CXP, avec 12 Lanes de 10 Gbps, soit 120 Gbps dans la norme InfiniBand™. Mais ce format est utilisé également (avec un codage mécanique différent) par la norme Ethernet 100 Gigabit, qui n'utilise toutefois que dix des douze Lanes. Le tout nouveau standard est issu des groupes de travail sur le stockage et s'appelle Molex iPass+ HD (High Density) ; il est conçu pour desservir les supports d'enregistrement comme les disques durs et les disques SSD, dans SAS 3.0, avec 4 Lanes de 12 Gbps dans une découpe de façade de seulement 12,07 x 11,68 mm.

Sortir de la cage

À l'origine, ces cages d'E/S convertibles ont été mises au point pour des modules transmettant des signaux différents (câble en cuivre, également sous forme de RJ45 GbE, câbles coaxiaux et conducteurs optiques de type Single Mode ou Multi Mode présentant différents diamètres d'âme).

Divers modules SFP de l'ancienne norme (100BaseT – STM-1 – 1000BaseT) :



Compte tenu des débits de données supérieurs, seules trois configurations se sont vraiment imposées : le câble en cuivre Twinax passif, le câble en cuivre Twinax actif à égaliseurs et l'émetteur-récepteur optique.



Malheureusement, ces trois modèles présentent tous des inconvénients :

1. le câble en cuivre Twinax passif atteint jusqu'à 10 mètres environ pour 10 Gbps et doit employer d'épaisses âmes Twinax pour réduire l'amortissement. Cela limite les rayons de courbure des câbles ;
2. le câble en cuivre Twinax actif se contente d'âmes Twinax plus fines, mais, en raison de l'électronique utilisée, il présente dans les modules des pertes de l'ordre de 1 watt par Lane. La portée est limitée à env. 25 mètres à 10 Gbps ;
3. l'émetteur-récepteur optique a besoin, du fait des connecteurs optiques, d'une profondeur plus importante et, en tant que module SFP, il présente une perte supérieure à 1 watt. Les connecteurs LC généralement utilisés demandent beaucoup de précautions en termes d'encrassement et d'ajustement aux brins.

Un câble de transport de données qui évite tous ces inconvénients serait le bienvenu !

Le nec plus ultra – les câbles optiques actifs Molex

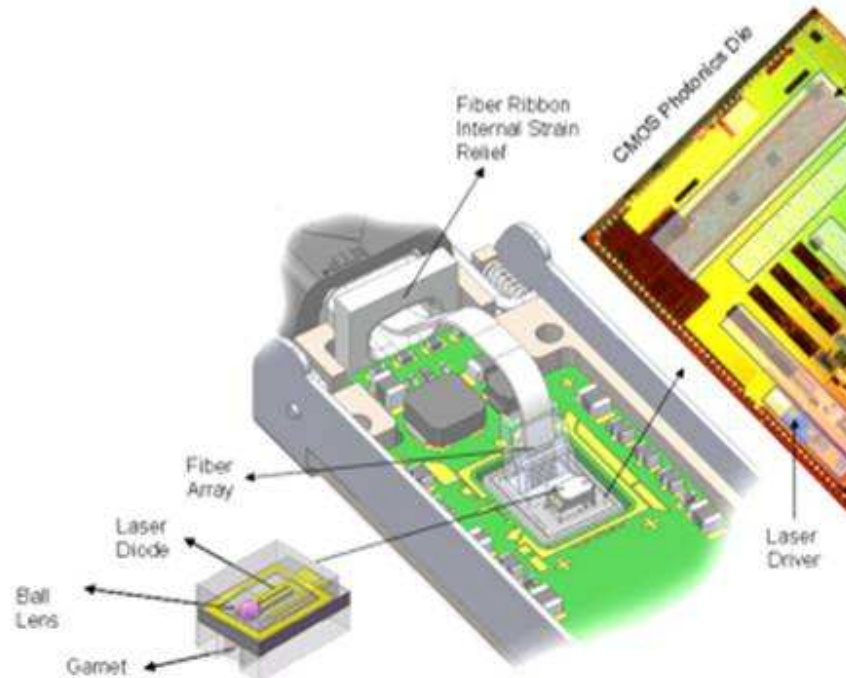
Une nouvelle technologie a été mise au point par Luxtera, qui se rapporte au domaine de la photonique au silicium. La transmission utilise ici une lumière présentant une longueur d'onde de 1490 nm, que l'on peut transmettre à travers des conducteurs optiques en silicium. Ce procédé présente **un inconvénient** (la longueur d'onde est incompatible avec les émetteurs-récepteurs optiques courants, mais cela ne joue qu'un rôle mineur compte tenu de la nature fermée du système) mais **de nombreux avantages** :

1. comme la lumière est envoyée à travers le silicium, il est possible d'utiliser des modulateurs de lumière intégrés
→ intégration de l'électronique de commande, des modulateurs et des récepteurs dans une puce CMOS ;
2. plusieurs Lanes peuvent être exploitées par un laser commun, fonctionnant en rayon permanent CW
→ très faibles pertes et longue durée de vie, grâce à un laser CW DFB ;
3. les conducteurs optiques sont raccordés directement en entrée/sortie à la puce CMOS. Cela permet d'utiliser des fibres Mono Mode, qui acceptent une distance de transmission nettement supérieure
→ portée pouvant atteindre 4000 mètres à 10Gbps grâce à une dispersion minimale.

Les produits concurrents utilisent des lasers VCSEL, qui, tant en termes de débit de transmission (maxi 16 Gbps) que de distance, sont limités à 100 m par la dispersion, étant donné la nécessité d'utiliser des fibres Multimode.

La fabrication de ces câbles optiques passifs (AOC) est assurée par Molex depuis mars 2011.

La construction du câble optique actif Molex se compose d'**une** puce Photonic avec **un** laser DFB rapporté et seulement quelques composants complémentaires :



Ce câble optique actif est actuellement disponible sous forme de QSFP AOC avec un débit de 40 Gbps et présente les avantages suivants, démontrés par des milliers de câbles de ce type déjà en service actif :

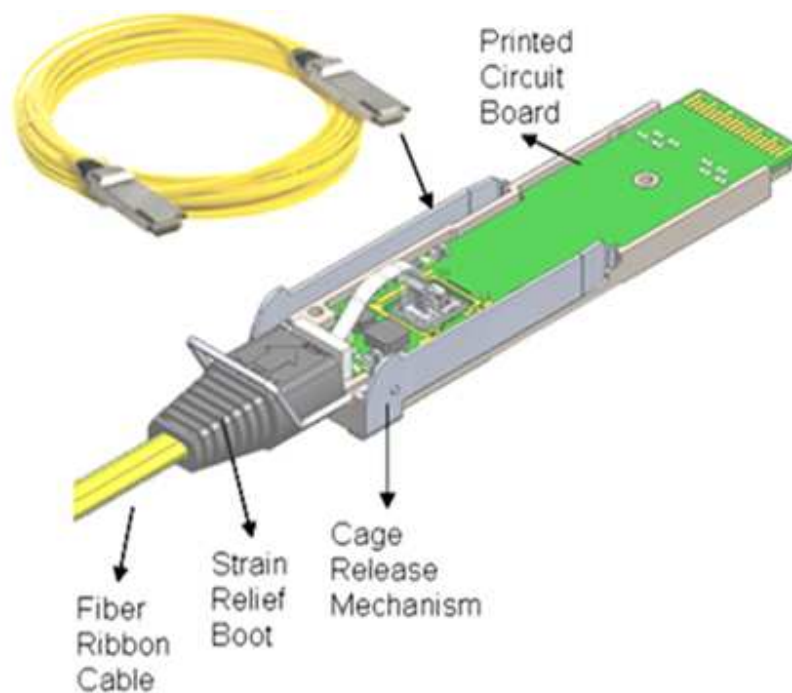
- A) fiabilité supérieure du fait du moindre nombre de composants et de la durée de vie du laser DFB. La durée de vie moyenne d'un laser DFB est de 12 ans, tandis qu'un laser VCSEL (au nombre de 4 dans un AOC traditionnel) doit se contenter de 5 ans ;
- B) perte de seulement 780 mW par extrémité de câble (1,1...1,6 watt pour les produits comparables). Cela a des conséquences sur les coûts énergétiques directs et sur ceux indirects liés au refroidissement ;
- C) compatible multi-protocoles pour InfiniBand™, Ethernet, Fibre Channel et PCI e ;
- D) Bit Error Rate (BER) meilleur que 10^{-18} , soit largement mieux que les attentes de la norme industrielle, qui sont de 10^{-15} ;
- E) l'intégration poussée autorise un encombrement extrêmement faible ;
- F) fiabilité plus que doublée, puisque le MTBF calculé atteint 5 millions d'heures ;

G) l'interopérabilité a été démontrée en 2010 par le test de raccordement de la InfiniBand Trade Association (IBTA) :



H) le même concept peut être utilisé pour des débits de données de 25 Gbps et plus encore.

Alors que cet AOC se contente de peu de composants...



..les produits concurrents en sont bourrés (les photos montrent le dessus et le dessous de tels circuits imprimés) :





Les perspectives d'avenir pour les câbles optiques actifs Molex

Les QSFP AOC en 4 x 10 Gbps sont actuellement disponibles en stock.

La variante QSFP FDR en 4 x 14 Gbps sera disponible fin 2011 ; des prototypes existent déjà.

La variante 100 Gbps (4 x 25 Gbps) est prévue au stade des prototypes à partir de la mi-2012.

Pour permettre le remplacement des extrémités des câbles actifs – malgré leur extrême fiabilité –, Molex propose également des extrémités de câbles actifs avec des connecteurs optiques MPO rapportés.



Par ailleurs, Molex travaille actuellement avec Luxtera sur des émetteurs-récepteurs rapportés directement sur les composants selon le principe OptoPHY™, pour les débits de 10, 14 et 25 Gbps.