

ECOC 2012 : 100 Gbit/s... et après ?

Jean-Michel MUR
Président du Club optique
jm.mur@orange.fr

Lors d'ECOC 2012, le déploiement des réseaux à 100 Gbit/s était acté et diverses solutions et réalisations confirmaient cela. La grande inconnue, sujet de nombreuses conférences, était « Et après ? »

La 38^e édition d'ECOC (*European conference and exhibition on optical communication*) s'est déroulée, du 16 au 20 septembre 2012, à Amsterdam. Comme les précédentes, celle-ci était découpée en deux grandes parties : les conférences, raison d'être de cet événement, et l'exposition, permettant l'équilibre financier, la rencontre et les échanges entre plus de 5000 participants ou visiteurs. Pour les conférences, les sujets traités étaient répartis dans six grands thèmes dont les fibres optiques elles-mêmes, les différents types de réseaux – des réseaux à longues distances aux réseaux locaux – et les équipements optoélectroniques assurant les fonctionnalités de transmission, multiplexage, commutation, etc. Côté exposition, on trouvait les stands de près de 300 sociétés présentes ou représentées, et trois principaux pôles d'attraction. Revisitez cela... Environ 420 conférences ont été présentées lors d'ECOC 2012. Par-delà les approches propres à chacune d'entre elles, quelques lignes de force peuvent être dégagées.

SC1 : Évolution des fibres optiques

Divers conférenciers ont présenté des fibres multi cœurs (*multi core fiber* – MCF) dont le principal avantage est un gain de place, point très important dans le déploiement des réseaux, mais dont le principal écueil concerne les interactions entre cœurs. Ainsi, des fibres optiques à trois cœurs (laboratoires Bell d'Alcatel-Lucent) ou à sept cœurs d'un diamètre de neuf microns chacun, peuvent tenir dans une gaine de moins de deux cents microns. Exemples : une MCF de sept cœurs, du

laboratoire d'optique et électronique de Fujikura, autorise une transmission sur cinquante kilomètres, jusqu'à quatre-vingt kilomètres pour celle de Sumitomo Electric et même jusqu'à cent kilomètres pour une MCF sept cœurs de Furukawa Electric. Les laboratoires américains d'Alcatel-Lucent et d'OFS ont atteint soixante-seize kilomètres avec une SMF à sept cœurs et dix kilomètres avec une SMF à dix-neuf cœurs ! Puis, dans le premier cas, ils ont eu l'idée de régénérer quatorze fois les signaux et ont ainsi réalisé une transmission sur plus de mille kilomètres. Le laboratoire des réseaux d'accès de NTT s'est cristallisé sur les fibres optiques à cristaux photoniques (*photonic crystal fibre* – PCF) et leur application dans les transmissions multiplexées en large bande. À titre plus anecdotique, l'université de Sydney a présenté une fibre optique en plastique (poly méthyl méthacrylate – PMMA), jouant le rôle de diélectrique, et de l'indium comme métal, pour travailler dans la région du térahertz.

SC6 : Réseaux d'accès

Deux tendances pour ces réseaux : le développement vers la desserte toute en fibre optique, entre autres en remettant à niveau les réseaux hybrides fibre-coaxial des câblo-opérateurs et de l'autre la montée en vrai très haut débit. Alors même que la France peine dans l'installation de réseaux FTTH délivrant 100 Mbit/s chez l'abonné, dans d'autres pays des opérateurs offrent déjà 1 Gbit/s à leurs clients. Et voilà que se pointe une architecture de réseau optique passif (*passive optical network* – PON) offrant 10 Gbit/s par utilisateur, pour quatre abonnés, et ce jusqu'à cinquante kilomètres. C'est l'étude

conjointe qu'ont mené l'école d'ingénieurs d'Édimbourg et l'institut de technologie de Tokyo. Un autre défi à relever pour les réseaux d'accès : ils offrent de fortes économies d'énergie et diminuent l'empreinte carbone, entre autres en limitant les déplacements grâce au télétravail ; cependant, compte tenu du fort accroissement du nombre d'abonnés, comment diminuer les besoins en énergie par utilisateur ? Les laboratoires dédiés aux réseaux d'accès de NTT ont fait le point sur les techniques permettant d'économiser l'énergie au niveau de l'unité d'abonné (*optical network unit* – ONU), de l'équipement de terminaison de ligne (*optical line termination* – OLT), de l'agrégation des flux, ainsi que de la gestion du réseau. La mise en mode veille de tout ou partie des équipements de la liaison est une piste privilégiée car elle a fait l'objet de propositions dans la norme IEEE 802.3az.

En complément, le concept du réseau domestique (*home area network* – HAN) était présent et les diverses possibilités ouvertes ont vu comparer, parfois avec parti pris, les avantages et inconvénients des divers média tels que fibre optique plastique, fibre silice multimodale, solutions sans-fil, etc. À noter l'arrivée d'un nouvel acronyme – FTTD ou *fibre to the display*, liaison en fibre optique entre la passerelle du fournisseur de services (*box*) et l'écran du téléviseur. Côté topologie, un choix concernait l'étoile active, qui s'appuie sur un commutateur, et l'étoile passive utilisant un coupleur N x N. À terme, le multiplexage type CWDM pourrait même trouver sa place au domicile. Cela étant, les montées en débit des réseaux d'accès entraînent un accroissement très significatif des débits des réseaux de transport.

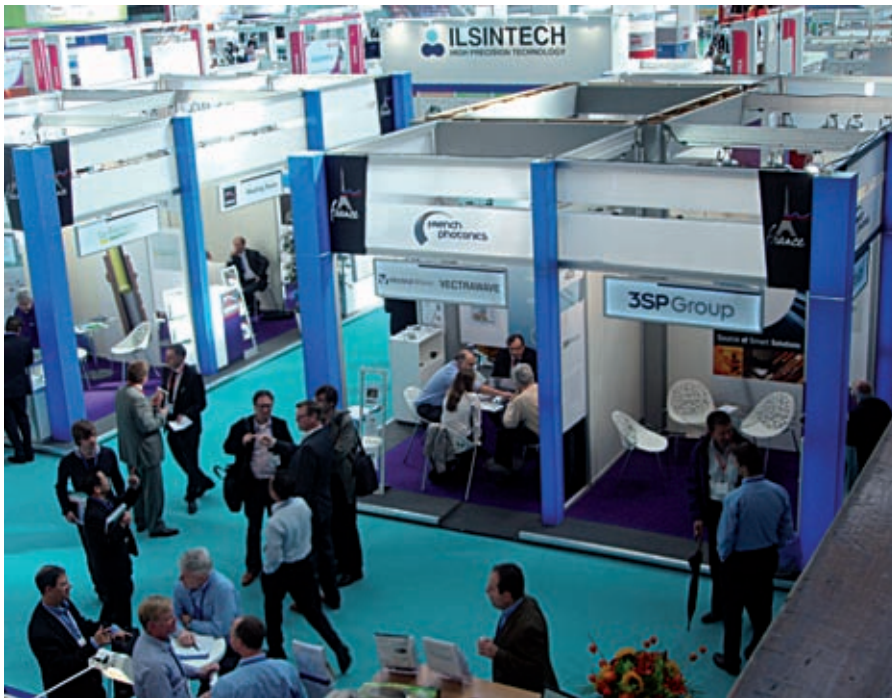


Figure 1. Une vue du pavillon France.

SC4 : Réseaux de transport

De fait, ces réseaux métropolitains et transocéaniques deviennent le royaume du multi térabits par seconde. Par exemple, une communication de TE SubCom détaillait la transmission de 25 Tbit/s (250 canaux à 100 Gbit/s) sur plus de 5500 kilomètres en utilisant la modulation d'amplitude 16 QAM avec une efficacité spectrale de 5,2 bits/s/Hz. L'opérateur chinois ZTE Corp. a présenté les résultats d'une transmission de 40 canaux à 433,6 Gbit/s, en modulation PDM-QPSK, avec un taux d'erreur inférieur à $3,8 \cdot 10^{-3}$, sur une distance de 2800 kilomètres en utilisant de simples amplificateurs à fibres dopées à l'erbium (EDFA). Même choix d'amplification des signaux pour les laboratoires de NEC avec des débits plus faibles, huit canaux à 100 Gbit/s, mais sur une distance plus longue car supérieure à 4200 kilomètres. Les laboratoires Bell d'Alcatel-Lucent à Nozay ont démontré la faisabilité d'une transmission de 6 Tbit/s (60 canaux à 100 Gbit/s) sur 437 kilomètres, avec une efficacité spectrale de 2,5 bits/s/Hz. Cela peut sembler plus modeste mais c'est un record car la transmission s'est déroulée sans l'aide de répéteur. Sur des distances plus courtes, de l'ordre de deux cents kilo-

mètres, le laboratoire de l'innovation de NTT a présenté les technologies, dont les modulations 16, 32 et 64 QAM, qui autorisent une transmission jusqu'à 400 Gbit/s/canal permettant ainsi à des systèmes de flirter avec la barre des 100 Tbit/s ! À titre prospectif, les laboratoires de NEC basés aux États-Unis, ont étudié les conditions de transmission via des fibres optiques à quelques modes (*few mode fiber* – FMF), deux modes dans la démonstration, qui sembleraient plus prometteuses que les fibres unimodales (*single mode fiber* – SMF) installées actuellement. La pierre d'achoppement : il n'existe pas, à ce jour, d'amplificateurs en ligne ni de commutateurs optiques pour ces nouvelles fibres.

Partie exposition

Signe des temps de crise, même pour les réseaux de communication en fibres optiques, dans la partie exposition, les stands étaient légèrement moins nombreux et leurs surfaces un peu plus réduites que l'année précédente à Genève. On comptait cependant plus de 300 raisons sociales différentes représentées. L'industrie asiatique et, plus particulièrement chinoise, était,

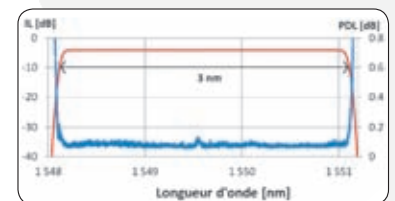
FILTRES Accordables

NOUVEAU

Option Wide sur XTA-50/W et XTM-50/W



FWHM max : 3 nm (375 GHz)
Plage : 1520 – 1570 nm



Gamme complète

Filtres XTA-50 et XTM-50 :

Bande SCL ou O
SMF ou PMF
Option Ultrafin ou Wide

Filtres WS-160 :

Passes-bande
Coupe-bande

Yenista OPTICS

Tél. : +33 (0)2 96 48 37 16
sales-emea@yenista.com
www.yenista.com

comme précédemment, venue en force. Elle côtoyait industriels américains et européens dont la présence d'acteurs français qui était assurée par le pavillon France (figure 1) et des stands individuels. Ainsi, on notait la présence, dans le pavillon organisé par Ubifrance, de 3SP Group, Crystal Device Technology, Egide, Keopsys, Kerdry, La Précision, Laboratoire ICB, Photline Technologies, Vectrawave ainsi que le CNOP et son nouveau président Philippe Brégi. En individuels, on pouvait rencontrer APEX Technologies, Data Pixel, Laser 2000 et Yenista Optics. Comme chaque année, les produits présentés apportaient leur lot de nouveautés. Sans être exhaustif, quelques exemples glanés ici et là...

Quelques exemples de nouveautés

Altera annonçait son nouveau multiplexer ODUTG4, sous forme d'une simple puce, permettant l'agrégation de flux de clients de réseaux de transport optique jusqu'à 100 Gbit/s. Les marchés visés sont l'agrégation jusqu'à douze ports à 10 Gbit/s, ou deux réseaux ethernet à 40 Gbit/s ou jusqu'à six liens *fiber channel* à 16 Gbit/s. Une démonstration confirmait ces possibilités.

Molex répondait à la demande en applications à haute densité dans les équipements de télécommunications et les réseaux de données à travers son nouveau système d'interconnexion z-Quad Small Form-Factor Pluggable Plus (zQSFP+) (figure 2). Les produits du système zQSFP+ prennent en charge les applications ethernet 100 Gbit/s et InfiniBand EDR (*enhanced data rate*) des centres de données et réseaux de campus, sur fibres optiques unimodales pour des distances jusqu'à quatre kilomètres. Par la même occasion, Molex lançait sa gamme de connecteurs optiques à faisceau élargi VersaBeam dotés de nouveaux assemblages de câbles à douze fibres optiques parallèles. Grâce aux connecteurs MT 24, 48 et 72 fibres, les assemblages de câbles VersaBeam sont adaptables aux interconnexions à haute densité réclamées par le marché des applications de transfert de données et infor-



Figure 2. Famille des nouveaux cordons optiques actifs QSFP+ de Molex.



Figure 3. Exemple de composants passifs du groupe Prysmian pour les déploiements des réseaux en fibres optiques.

matiques à haut débit. Ils sont utilisés, entre autres, par les modules optiques d'**Avago Technologies** et ils seraient conformes aux spécifications environnementales Telcordia GR-1435 demandées par les équipementiers télécoms.

Prysmian faisait la promotion de ses fibres optiques à faible rayon de courbure et, en particulier, celle de la nouvelle fibre multimodale MaxCap-BB-OM4+. Grâce à

ses possibilités de compensation de dispersion chromatique, elle permet des transmissions à 850 nanomètres, via des lasers VCSEL, sur des distances supérieures à celles réclamées par les normes des applications à 40 et 100 Gbit/s. Cette offre était complétée par la présentation d'un ensemble de composants passifs nécessaires aux déploiements des réseaux en fibres optiques (figure 3).

Tektronix montrait tout son intérêt pour les tests des communications à haut débit à travers son nouveau testeur de taux d'erreur de bits (*bit error rate tester* – BERT) appelé BERTscope BSA286C (*figure 4*). Ce nombre 286 signifie que l'équipement est dédié aux applications jusqu'à à 28,6 Gbit/s. De fait, un marché privilégié concerne les applications ethernet à 100 Gbit/s multiplexées à travers quatre fois 25,78125 Gbit/s rencontrés dans les 100GBASE-LR4 et 100GBASE-ER4. Le BSA286C est disponible pour moins de 300 000 euros.

VectraWave présentait sa famille de pilotes à doubles et quadruples canaux à 32 Gbit/s, qui s'interfacent entre le multiplexeur et le modulateur électro optique

à très hauts débits. Ils amplifient des signaux linéaires, convenant aux transmetteurs à modulations de phase de type DPSK, DP-QPSK et QAM, ainsi que des signaux carrés pour des applications NRZ. Présentés sous forme de composants pour montage en surface (*figure 5*), ils sont aussi disponibles sous forme de carte avec connectique associée ou peuvent s'interfacer directement avec différents modulateurs 100G DP-QPSK.

VPIphotonics a annoncé la commercialisation, dès octobre 2012, de la version 9.0 de *VPItransmissionMaker* et *VPIcomponentMaker*, outils de conception de systèmes et composants photoniques. *VPItransmissionMaker Optical Systems* fournit



Figure 4. BERTscope BSA286C, nouveau mesureur du taux d'erreur de bits de Tektronix pour les normes IEEE802.3ba et 32G fibre channel.

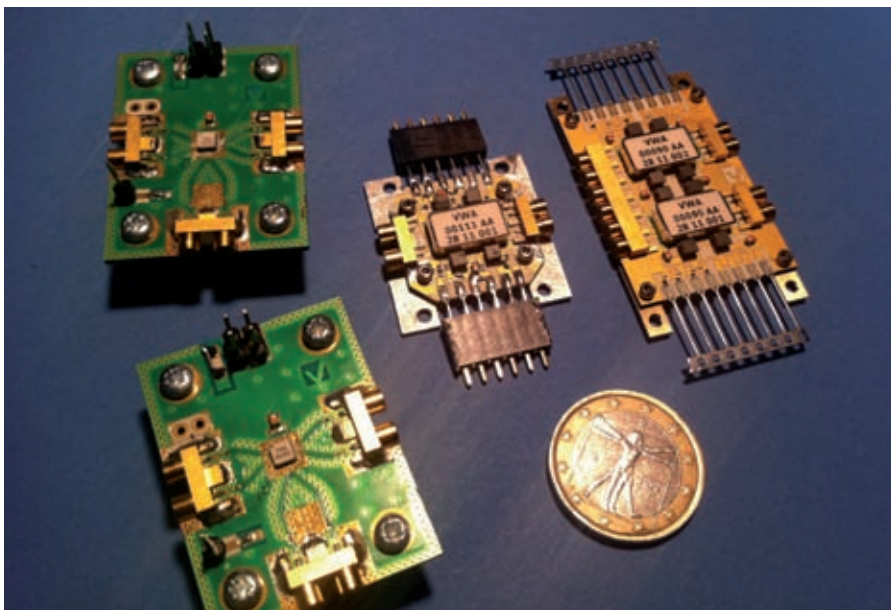


Figure 5. Composant de quatre canaux à 32 Gbit/s de Vectrawave destiné au marché des transmissions par fibre optique à 100 Gbit/s.



The Best Just Got Better

Introducing the New

High-sensitivity

QE65 Pro Spectrometer



Free iPad mini with your purchase

from now through December 31,



Contact us today to learn more about our complete spectrometers offerings:

T: 02 96 05 40 20
info@idil.fr | www.idil.fr

un outil d'analyse des constellations des systèmes travaillant à 100 Gbit/s et plus, assurant des transmissions dites à longue distance. *VPIcomponentMaker Photonic Circuits* est dédié à la conception de circuits intégrés photoniques (PIC). Enfin,

VPIcomponentMaker Optical Amplifiers permet l'analyse et la caractérisation d'amplificateurs à fibres dopées à l'erbium (EDFA).

Yenista Optics proposait un nouveau laser accordable de forte puissance, le

TUNICS T100S-HP/CL, qui fournit une puissance de sortie d'au moins 10 dBm entre 1500 et 1630 nanomètres. Étaient également présentés de nouveaux filtres accordables sur de larges bandes passantes, les XTM-50/W et XTA-50/W, pour lesquels W signifie « wide ». Ils sont ajustables de 50 picomètres, soit 6,25 GHz, à 300 picomètres, soit 375 GHz, dans la bande 1520-1570 nanomètres.



Figure 6. Pôle d'attraction « Market focus presentations ».



Figure 7. Pôle d'attraction FTTx présentant les différentes familles de fibre optique.

Pôles d'attraction

Dans la partie réservée à l'exposition, on trouvait de manière désormais classique plusieurs pôles dédiés. Le pôle « **Market focus presentation** » (figure 6) abordait, de manière moins scientifique que dans les conférences, les principales évolutions des techniques commercialement viables. Parmi les grands thèmes : les leçons de l'intégration dans le domaine de l'électronique appliquées au domaine de l'intégration optique et de la « photonique numérique » ; les technologies photoniques sur silicium ; les puces photoniques ; les applications des émetteurs-récepteurs optiques cohérents dans les réseaux à multiplexage en longueur d'onde dense ; les architectures basées sur les équipements d'insertion-extraction de longueurs d'onde ; les évolutions des liaisons transocéaniques ; etc.

Le pôle « **FTTx centre** » (figure 7) permettait de visualiser en grandeur semi-réelle les principaux équipements intervenant dans le déploiement du FTTH à travers le central du fournisseur d'accès, l'innervation via les divers réseaux, l'arrivée dans l'habitation ainsi que dans les centres informatiques (*data center*). Enfin, le pôle « **CTTS live demonstrations** » permettait aux visiteurs de se familiariser avec la connectique optique, la réalisation de soudures de fibres optiques, la manipulation de réflectomètres optiques, etc.

Pensez à noter vos prochains rendez-vous avec ECOC : Londres, pour la 39^e édition, du 22 au 26 septembre 2013 (www.ecocexhibition.com), puis Cannes, pour la 40^e édition, du 21 au 25 septembre 2014.