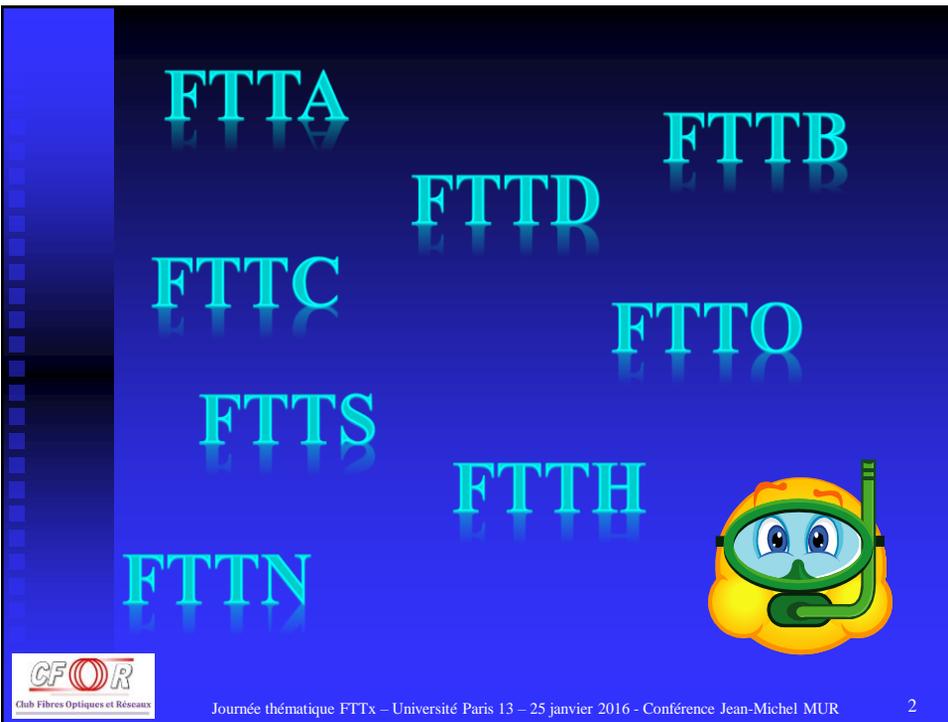




FTT_X dont FTTH
Où en sommes-nous ?
Où allons-nous ?

Jean-Michel MUR
Président d'honneur du CFOR
Journaliste et auteur scientifique
jm.mur@orange.fr

Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 - Conférence Jean-Michel MUR 1



FTTA **FTTB**
FTTD
FTTC **FTTO**
FTTS
FTTH
FTTN



Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 - Conférence Jean-Michel MUR 2

FTTA – Fiber to the antenna

Du cuivre à la fibre ⇒

Fibre optique

Et les fibres optiques des stations de base vers les locaux de l'exploitant du réseau...



Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 - Conférence Jean-Michel MUR

3

FTTS – Fiber to the screen : quelques exemples

MOST 150

Cordons optiques

IFE – IFN – AFDX...

Automobile

Autocar

Aéronef

Cordons optiques USB 3.0

Cordons optiques HDMI

Ordinateur

Téléviseur



Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 - Conférence Jean-Michel MUR

4

FTTO – *Fiber to the office*



Grands types d'architectures

Principales normes

Macro données chiffrées



FTTH : OÙ EN SOMMES-NOUS ?

Grands types d'architectures FTTx

- *Fiber to the Node* (FTTN): Distance >1000ft. (300m). Node: SR.
- *Fiber to the Curb* (FTTC): Distance <1000ft. (300m). Node: SR.
- *Fiber to the Building* (FTTB): Node: BPT.
- *Fiber to the Home* (FTTH): Node: OTTO.

Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 - Conférence Jean-Michel MUR
7

Solutions pour réseaux FTTH

Fibres en point à point		Réseau optique passif - PON				
Une fibre optique en point à point	Deux fibres optiques en point à point	TDM				WDM - PON
		APON 1990	BPON 1995 G.983	EPON 2004 802.3ah	GPON 2003 G.984	
				10G-EPON 2009 802.3av	XG-PON 2010 G.987	

Et les nouveaux NG-PON2 à 40 Gbit/s

Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 - Conférence Jean-Michel MUR
8

Recommandations UIT-T pour le NG-PON2

UIT-T G.989.1

mars 2013 – 26 pages

UIT-T G.989.2

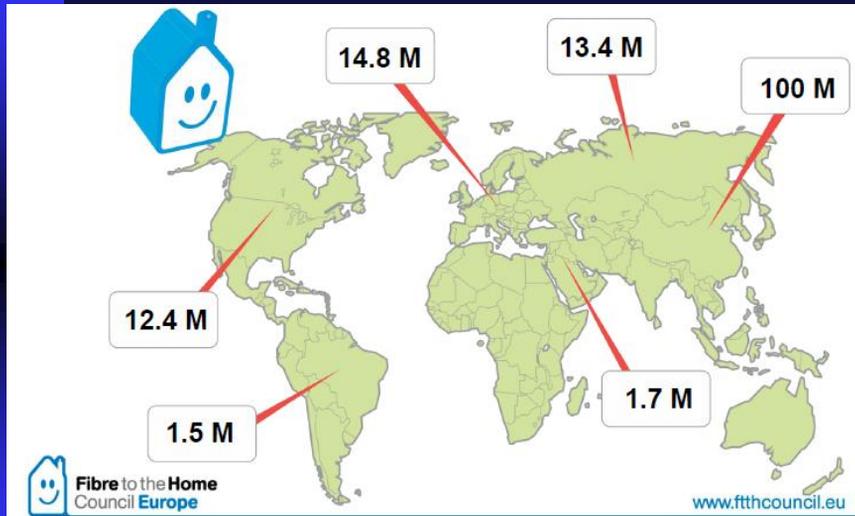
décembre 2014 – 108 pages

Grandes caractéristiques :

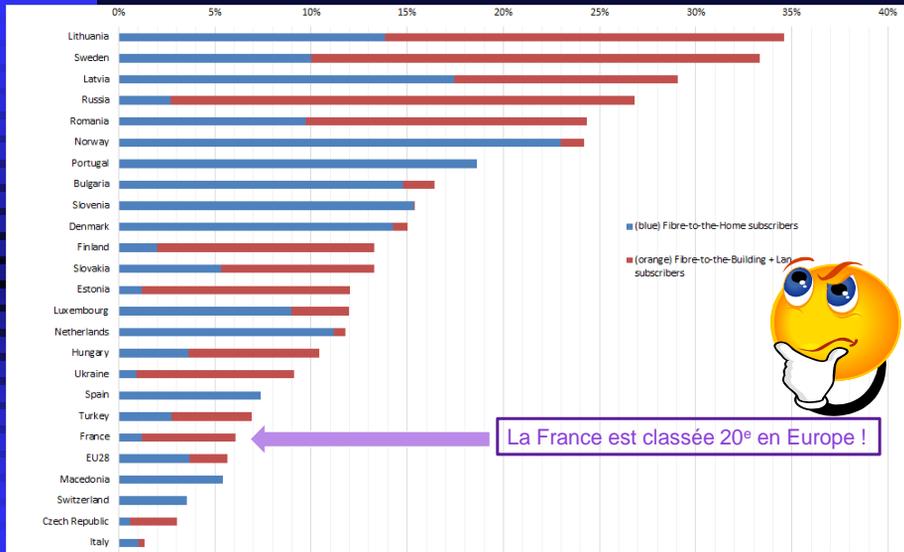
- Architecture TWDM avec 4 à 8 paires de λ
- Flux descendant : 2,5 , 10 ou 40 Gbit/s
- Flux remontant : 2,5 ou 10 Gbit/s
- Distance du central : 20, 40 ou 60 kilomètres
- Nombre d'abonnés : 32, 64 jusqu'à 256
- Possibilité de PtP WDM



Parc mondial FTTH/FTTB à fin 2014



Taux de pénétration FTTH/FTTB en Europe à fin 2014



Données de l'Arcep pour la France

en millions	T3 2014	T4 2014	T1 2015	T2 2015	T3 2015**
Nombre d'abonnements haut débit et très haut débit sur réseaux fixes	25,655	25,971	26,173	26,272	26,540
Nombre d'abonnements haut débit	23,158	23,006	22,828	22,649	22,655
dont abonnements xDSL	22,714	22,533	22,351	22,173	22,180
dont autres abonnements haut débit	0,443	0,473	0,476	0,476	0,475
Nombre d'abonnements très haut débit	2,497	2,965	3,345	3,623	3,885
dont abonnements en fibre optique de bout en bout	0,801	0,933	1,038	1,140	1,255
dont autres abonnements très haut débit ≥ 100 Mbits/s	0,851	0,893	0,963	1,011	1,135
dont autres abonnements très haut débit ≥ 30 et <100Mbit/s*	0,845	1,139	1,344	1,472	1,495

*y compris les abonnements en VDSL2 dont le débit est ≥ 30 Mbits/s

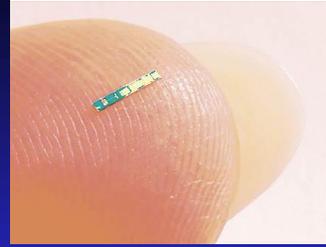
Source : www.arcep.fr

Attention ! Pour l'ARCEP, le très haut débit commence à 30 Mbit/s !

Évolution des architectures

Miniaturisation des composants

Quels débits chez l'abonné ?



FTTH : OÙ ALLONS-NOUS ?

SDF-PON

UDWDM-PON

TWDM-PON

FDMA-PON

LR-HS-PON

HS-PON

LR-PON

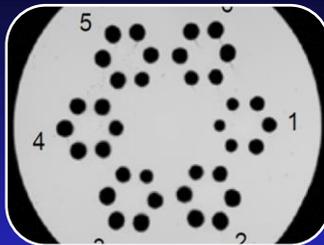


Quelques exemples d'expérimentations sur les PON présentées lors d'ECOC 2014 à Cannes...

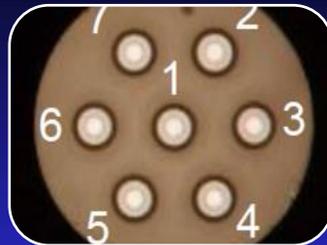
- Institut supérieur Mario Boella et École Polytechnique Turin : Reflective FDMA-PON with 32 Gbps upstream capacity per wavelength and more than 32 dB ODN loss
- OKI Electric Industry : Power Budget Enhancement of WDM/TDM-PON System by Utilizing Compact EDFA Suppressing Power Surge Impact and Equalization Technology
- Laboratoires de NTT et d'Hitachi : Dynamic-Load-Balancing Algorithm Suppressing the Number of Wavelength Reallocations for λ -tunable WDM/TDM-PON
- Laboratoires d'Hitachi : Wavelength Switching Method combined with Dynamic Monitoring per ONU for λ -tunable WDM/TDM-PON
- Laboratoires de NTT : Agile OLT-Protection Method Based on Backup Wavelength Recovery Process for Resilient WDM/TDM-PON
- Huawei Technologies : Single-wavelength Transmitter for Simultaneous 100 Gbps Transmissions in Passive Optical Networks
- Laboratoires de NTT : What Will Be Killer Devices and Components for NG-PON2 ?
- Laboratoires d'Alcatel-Lucent, CEA Leti et laboratoires d'Orange : High Sensitivity 40 Gbit/s Preamplified SOA-PIN/TIA Receiver Module for High Speed PON
- University College Cork, une institutions grecque et une germanique : XG-PON Raman Reach Extender Based on Quantum Dot Lasers
- Université polytechnique de Catalogne et École Sainte-Anne de Pise : 6.25Gb/s Differential Duobinary Transmission in 2GHz BW Limited Direct Phase Modulated DFB for udWDM-PONs
- Université polytechnique de Catalogne : Polarization Independent Single-PD Coherent ONU Receiver with Centralized Scrambling in udWDM-PONs
- Université de Mons et Institut royal de Suède : Fast and simple Fault Monitoring for Long-reach Passive Optical Networks
- Université et Institut des télécoms d'Aveiro : Free Space Optics Hybrid PTMP Advanced Modulation Bidirectional PON



Exemples de fibres optiques multi cœurs



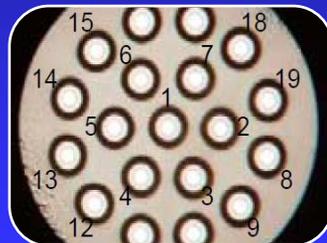
Fibre à 6 cœurs de NTT



Fibre à 7 cœurs de KDDI

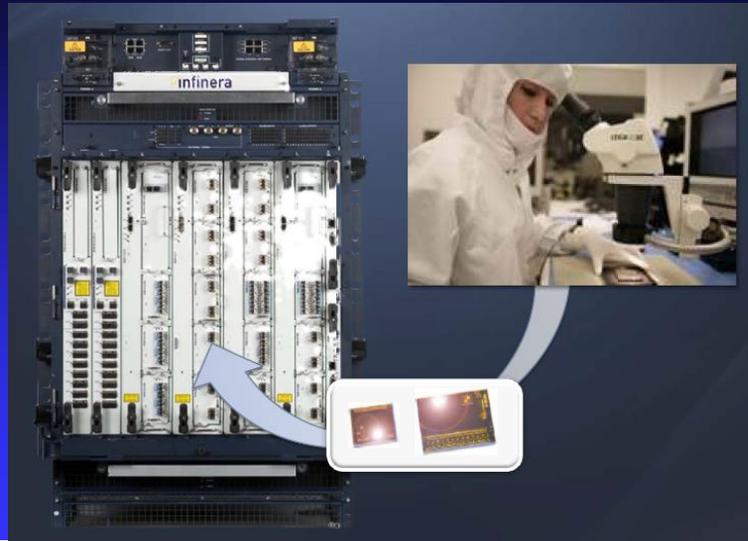


Fibre à 7 cœurs d'OFS

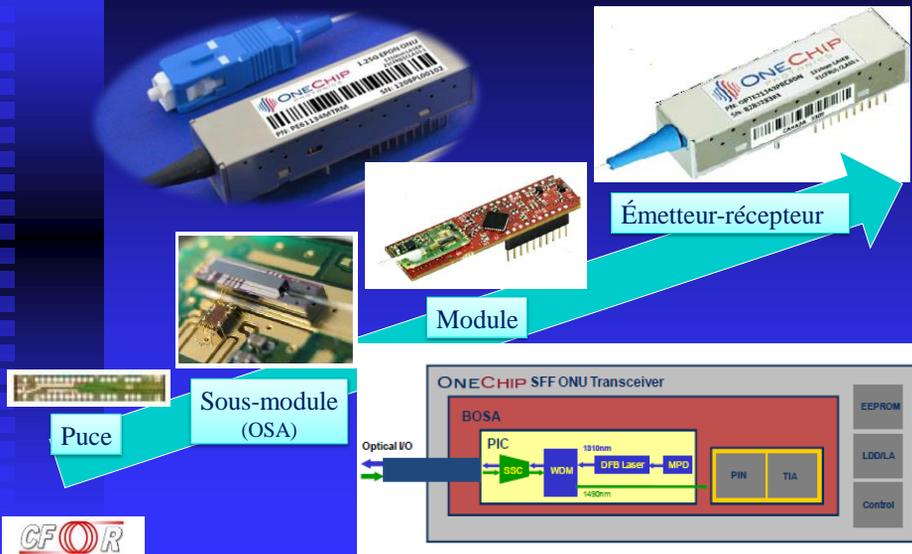


Fibre à 19 cœurs de Furukawa

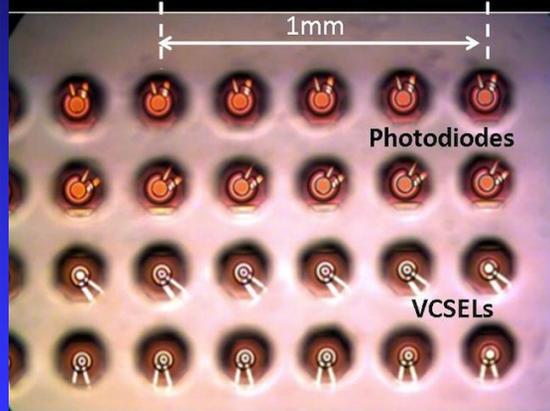
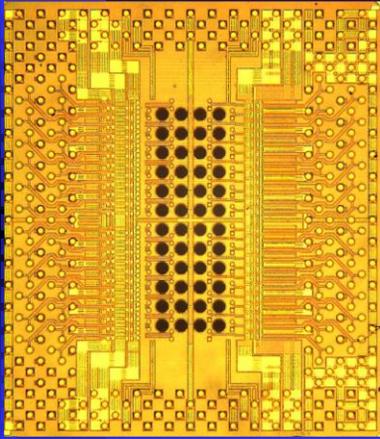
Exemple d'implantation des puces photoniques



Exemple d'une puce photonique pour PON



Puce optique Holey Optochip d'IBM



Quels débits pour l'abonné ?

Très haut débit en France !



We offer 1Gbps for EUR18/month

香港電訊
First World
Première mondiale en 2005 par HKBN
Hong Kong Broadband Network.

Technology	Download Speed	Upload Data Provided	Download Test Results
FibreHome	1000 Mbps	around 10 sec	around 10 sec
ADSL	10 Mbps	around 27 min	around 27 min
ADSL	10 Mbps	around 27 min	around 27 min



Le FTTH à 10 Gbit/s : pour quoi faire ?

NTSC-DVD
730 x 480

TV HD = 1280 x 720 p

TV HD 1080p = 1920 x 1080

Cinéma numérique 2K = 2048 x 1080

Cinéma numérique ou TV 4K = 4096 x 2150

Cinéma numérique 2540p = 4520 x 2540

La TV UHD serait attendue pour 2020...

Vidéo UHD (ultra haute définition) 7680 x 4320 = 33 177 600 pixels

CFOR
Club Fibres Optiques et Réseaux

Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 – Conférence Jean-Michel MUR 21

UDWDM-PON par ZTE

+ Institut de technologie de Géorgie à Atlanta

Fig. 1 (a) (b)

Fig. 2

Résultat :

- Une efficacité spectrale de 10 Gbit/s par abonné
- 16 canaux descendants à 10 Gbit/s par canal sur une seule λ
- Soit 16 x 10 Gbit/s par émetteur-récepteur à l'OLT
- D'où 1 200 utilisateurs sur 80 kilomètres.

Calcul :

- 5 lasers à l'OLT x 15 λ par laser x 16 canaux par λ = 1 200 abonnés !

Objectif : tester des limites de cette architecture UDWDM-PON (mi-2014).

CFOR
Club Fibres Optiques et Réseaux

Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 – Conférence Jean-Michel MUR 22

10 Gbit/s FTTH-FOTP : premiers tests sur le terrain...

- Premier semestre 2015
 - Korea Telecom
 - HKT (Hong Kong Telecom) et les solutions de Huawei
 - Singtel (Singapore Telecom)
- Second semestre 2015
 - Fibrant pour la ville de Salisbury (Caroline du Nord)
 - EBP pour la ville de Chattanooga (Tennessee) et les solutions TWDM-PON d'Alcatel
 - Rocket Fiber pour la ville de Detroit (Michigan)



Pour en savoir plus...



www.editions-eni.fr

1^{ère} édition – Août 2012
2^e édition – Juillet 2015



**Venez visiter...
Ici, votre FTTH à 1 Térabit par seconde !**

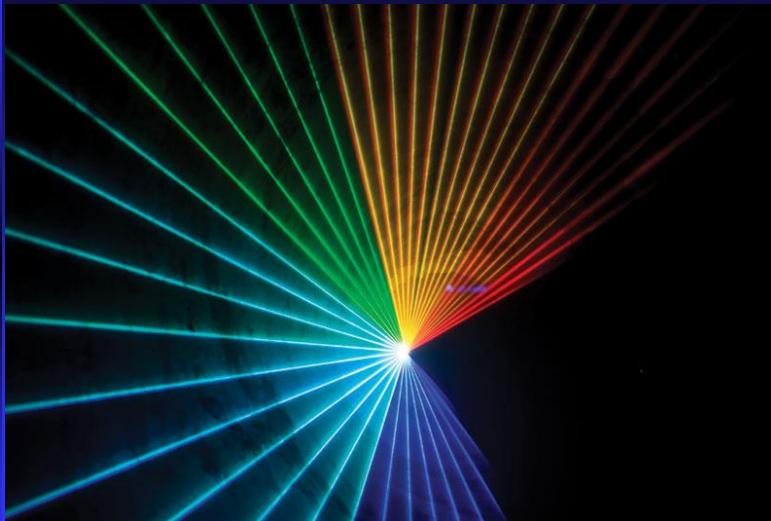
« *Je vous remercie pour votre aimable attention* »

Jean-Michel MUR
Président d'honneur du CFOR
jm.mur@orange.fr



Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 - Conférence Jean-Michel MUR 25

Discussion ouverte...



Journée thématique FTTx – Université Paris 13 – 25 janvier 2016 - Conférence Jean-Michel MUR 26