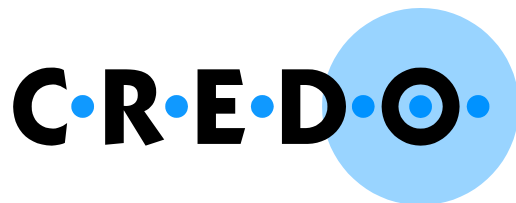


Évolution des fibres optiques monomodes pour le marché Télécom

Par Gérard Paris-ACOME, responsable produit-process fibres optiques Monomodes

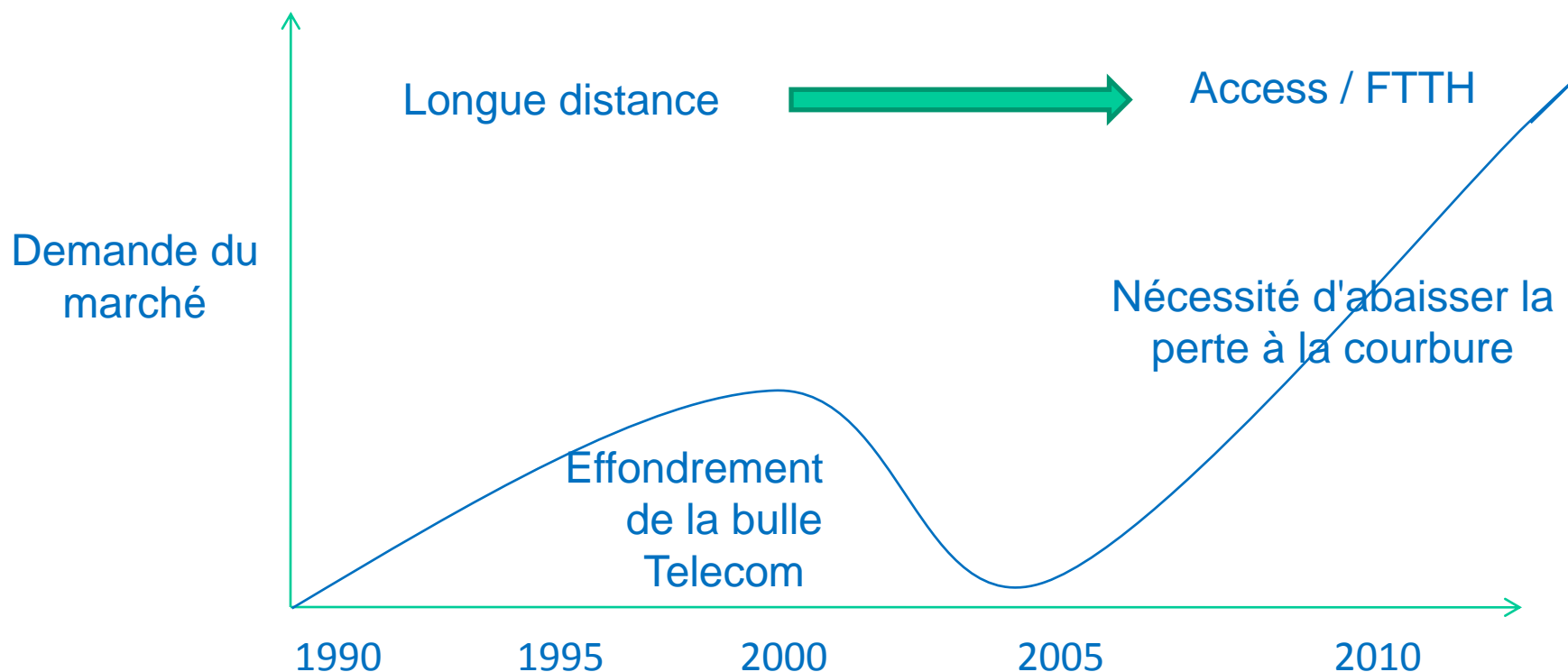


Points présentés :

- ✓ **Amélioration sur la tenue aux courbures.**
- ✓ **Compatibilité avec les débits 40G**



Modification des conditions d'utilisation de la fibre



Mise à jour des recommandations ITU en décembre 2006

G652

La nécessité pour
Rétrocompatibilité



Amélioration de
la tenue aux
courbures

G657



Selon ITU G657 A

Spécification G657A qui devra être compatible G652D

Pertes aux courbures	Rayon en mm	15	10
	Nbre de tours	10	1
	↗ Atténuation à 1550 nm	0.25 dB	0.75 dB
	↗ Atténuation à 1625 nm	1 dB	1.5 dB

Selon ITU G657 B

Spécification G657B qui ne sera pas obligatoirement compatible G652D

Pertes aux courbures	Rayon en mm	15	10	7.5
	Nbre de tours	10	1	1
	↗ Atténuation à 1550 nm	0.03 dB	0.1 dB	0.5 dB
	↗ Atténuation à 1625 nm	0.1 dB	0.2 dB	1 dB



La G657 par rapport à la G652

	G657		G652	
Wo ₁₃₁₀	8,9 μm		9,1 μm	
Wo ₁₅₅₀	9,9 μm		10,2 μm	
Macro-courbure	1 Tour	10 tours	1 Tour	10 tours
Rayon 7.5 mm	0,19 dB	1,45 dB	3,50 dB	35,00 dB
Rayon 10 mm	0,02 dB	0,25 dB	0,44 dB	4,70 dB
Rayon 15 mm	0,00 dB	0,02 dB	0,01 dB	0,08 dB
Rayon 20 mm	0,00 dB	0,00 dB	0,00 dB	0,00 dB
Micro-courbure	0,79 dB		1,80 dB	

x 17

x 5

x 2

Pour le lovage dans des cassettes de 30mm de diamètre, les propriétés de la G657 sont 5 fois meilleures que la G652D.

Pour la pose du câble avec des rayons de courbure de 7.5 mm l'atténuation sera 17 fois moins élevée.

La G657 nous permet :

- **Des câbles plus compacts.**
- **Une amélioration des performances de ces câbles aux contraintes mécaniques appliquées (courbures, agrafage, etc...)**
- **Une meilleure tenue aux variations de température par rapport à un câble contenant de la G652.**
- **Une réduction des risques lors de l'installation avec des équipes moins aguerries.**



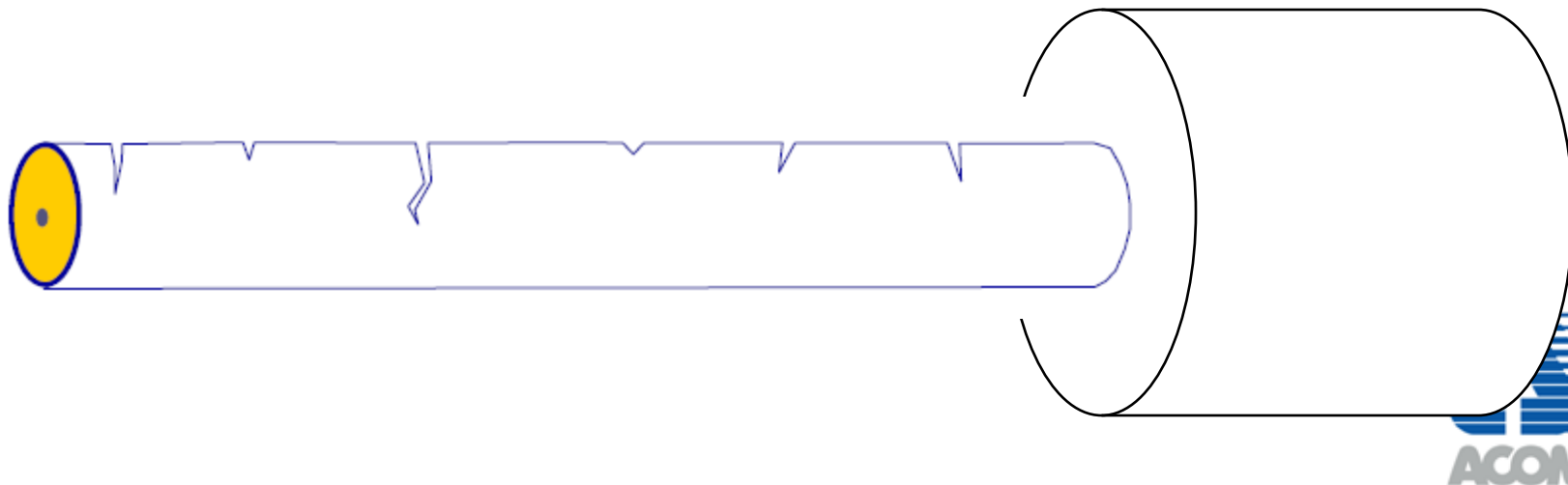
La prise d'atténuation n'est pas le seul problème :

- 1. Quelle sera la durée de vie de la fibre avec des courbures de petit diamètre.**
- 2. La compatibilité avec les fibres actuelles.**

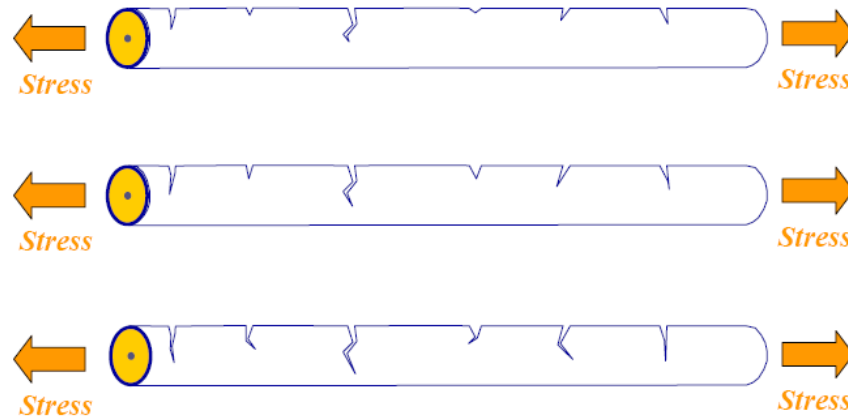


Quelle sera la durée de vie de la fibre avec des courbures de petits diamètres ?

Le verre présente a sa surface des « nano-fissures » de taille variable. Il en est de même sur toute la surface d'une fibre.



- **Placer la fibre sous stress fera augmenter les fissures les plus grandes.**



➤ **A terme la fibre cassera.**

La question est :

- **Combien de temps faudra-t-il a une fibre optique pour casser ?**
- **La formule recommandée par la CEI TR 62048**

$$t_f = \left\{ \left[\frac{\beta^{m_1}}{L} \ln \frac{1}{P} + (\sigma_p t_p)^{m_1} \right]^{\frac{1}{m_1}} - \sigma_p t_p \right\} \sigma_s^{-n} = \left[\left(\frac{L_p}{L} \ln \frac{1}{P} + 1 \right)^{\frac{1}{m_1}} - 1 \right] \left(\frac{\sigma_p}{\sigma_s} \right)^n t_p$$

Estimations de la durée de vie en fonction des diamètres de courbure :

- • 50 mm de diamètre / 100 tours: espérance de vie = 5737 ans
- • 40 mm de diamètre / 1 tour: attendu Durée de vie = 1713 millions d'années
- • 30 mm de diamètre / 1 tour: durée de vie escomptée = 18 millions d'années
- • 20 mm de diamètre / 1 tour: espérance de vie = 32000 ans
- • 15 mm de diamètre / 1 tour: espérance de vie = 326 ans
- • 10 mm de diamètre / 1 tour: durée de vie escomptée = 1/2 an
- • diamètre de 4 mm / 1/4 de tour: durée de vie escomptée = 5 secondes



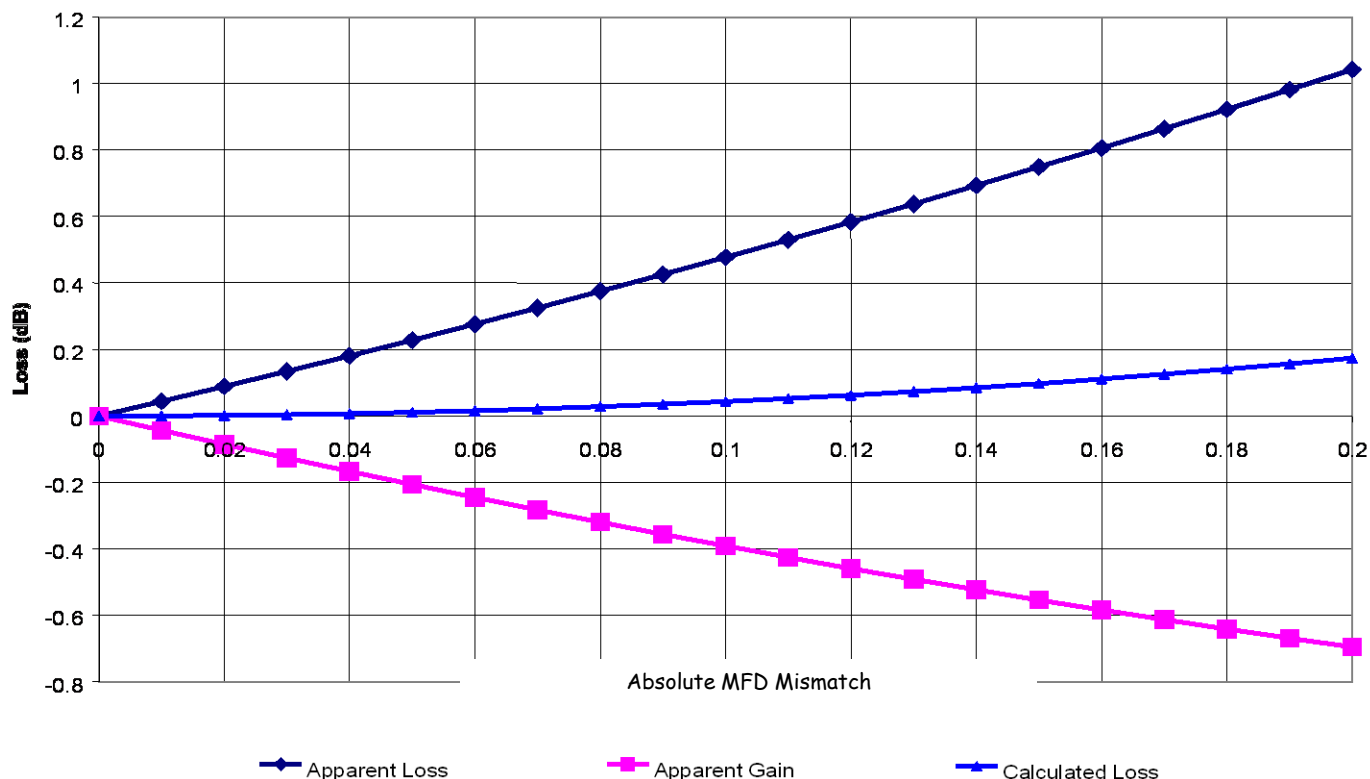
Les différentes voies pour améliorer la tenue aux courbures d'une fibre monomode :

- **Un diamètre de champs de mode**
- **Un profil d'indice spécifique**
- **Un coating optimisé**



SOUDURE EN G657 & G652

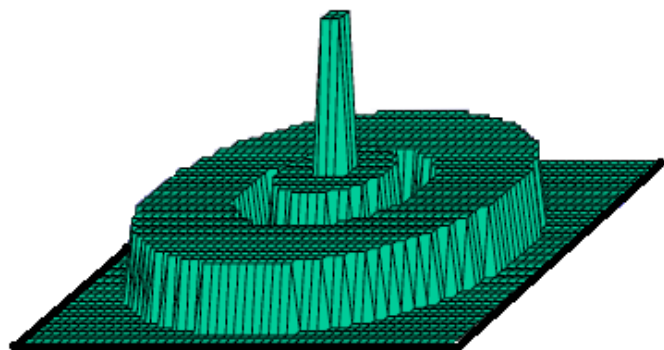
➤ Relation entre les écarts MFD et perte à l'épissure



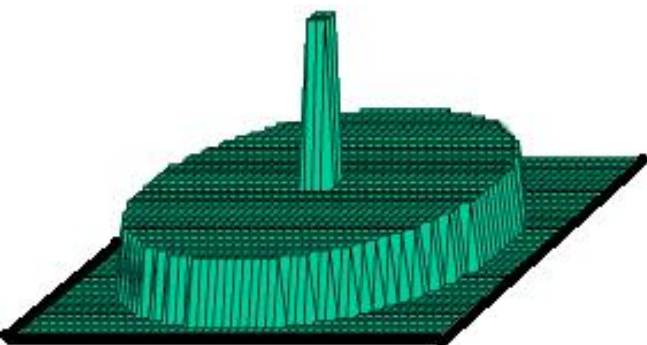
➤ illustration : $0.2\mu\text{m} \sim 0.2 \text{ dB}$

Un profil d'indice spécifique

Compatibilité à la soudure



Fibre à tranchée



Fibre standard

Soudeuse Fujikura 50S Mode automatique

A	B	Perte A=>B	Perte B=>A	Perte Moy	Estimation
G657 ACOME	G657 ACOME	0,04	0,06	0,05	0,03
G657 ACOME	G657 ACOME	0,04	0,00	0,02	0,00
G657 ACOME	G657 ACOME	0,08	0,01	0,05	0,02
G657 ACOME	G657 Autres	0,16	-0,08	0,04	0,20
G657 ACOME	G657 Autres	0,19	-0,09	0,05	0,19
G657 ACOME	G657 Autres	0,20	-0,05	0,08	0,00
G657 ACOME	G652 ACOME	0,18	-0,13	0,03	0,17
G657 ACOME	G652 ACOME	0,21	-0,13	0,04	0,00
G657 ACOME	G652 ACOME	0,20	-0,15	0,03	0,11
G657 ACOME	G652 Autres	0,29	-0,23	0,03	0,00
G657 ACOME	G652 Autres	0,36	-0,18	0,09	0,00
G657 ACOME	G652 Autres	0,29	-0,24	0,03	0,01
G657 ACOME	G657 Autres	-0,14	0,23	0,05	0,08
G657 ACOME	G657 Autres	-0,15	0,22	0,04	0,14
G657 ACOME	G657 Autres	-0,16	0,22	0,03	0,01

2^{ème} partie :

Compatibilité avec les débits 40G

- La fibre G.652.D semble dominer toutes les nouvelles offres.
- La PMD est de plus en plus reconnue comme le paramètre critique pour la mise à niveau du 10 vers le 40Gb/s et pour optimiser la stabilité des réseaux.



Impact de la maitrise de la PMD

Un fibrage de qualité avec une préforme de qualité permet d'utiliser la G652 pour le 40G voir plus

	Debit souhaité	PMD _Q	Tps bit	* 5% du tps Bit	Distances théorique
	Gbit/s	ps/Vkm	ps	ps	km
Norme	10	0,2	100	5	625
	40		25	1,25	39
	100		10	0,5	6
Standard	10	0,1	100	5	2500
	40		25	1,25	156
	100		10	0,5	25
optimisé	10	0,06	100	5	6944
	40		25	1,25	434
	100		10	0,5	69

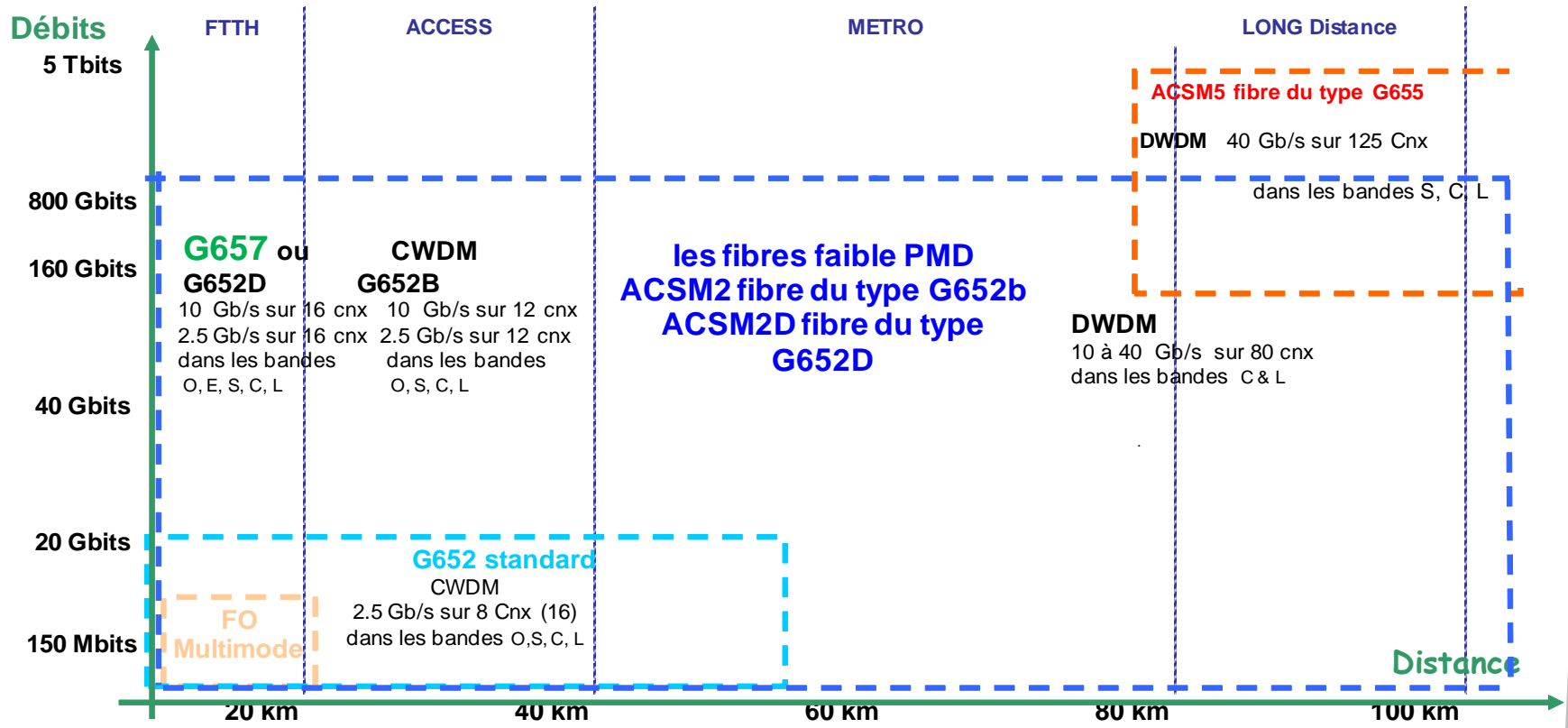
Fibre G652 B&D compatible 40GBit

•Pour les calculs théoriques on prend entre 5 et 10% du temps Bit. Dans l'exemple nous avons choisis le cas défavorable

Attention à la dispersion chromatique pour la G652, on utilise des DCF tous les 80 Kms qui eux aussi apportent leur PMD



Quelle fibre pour quelle application ?

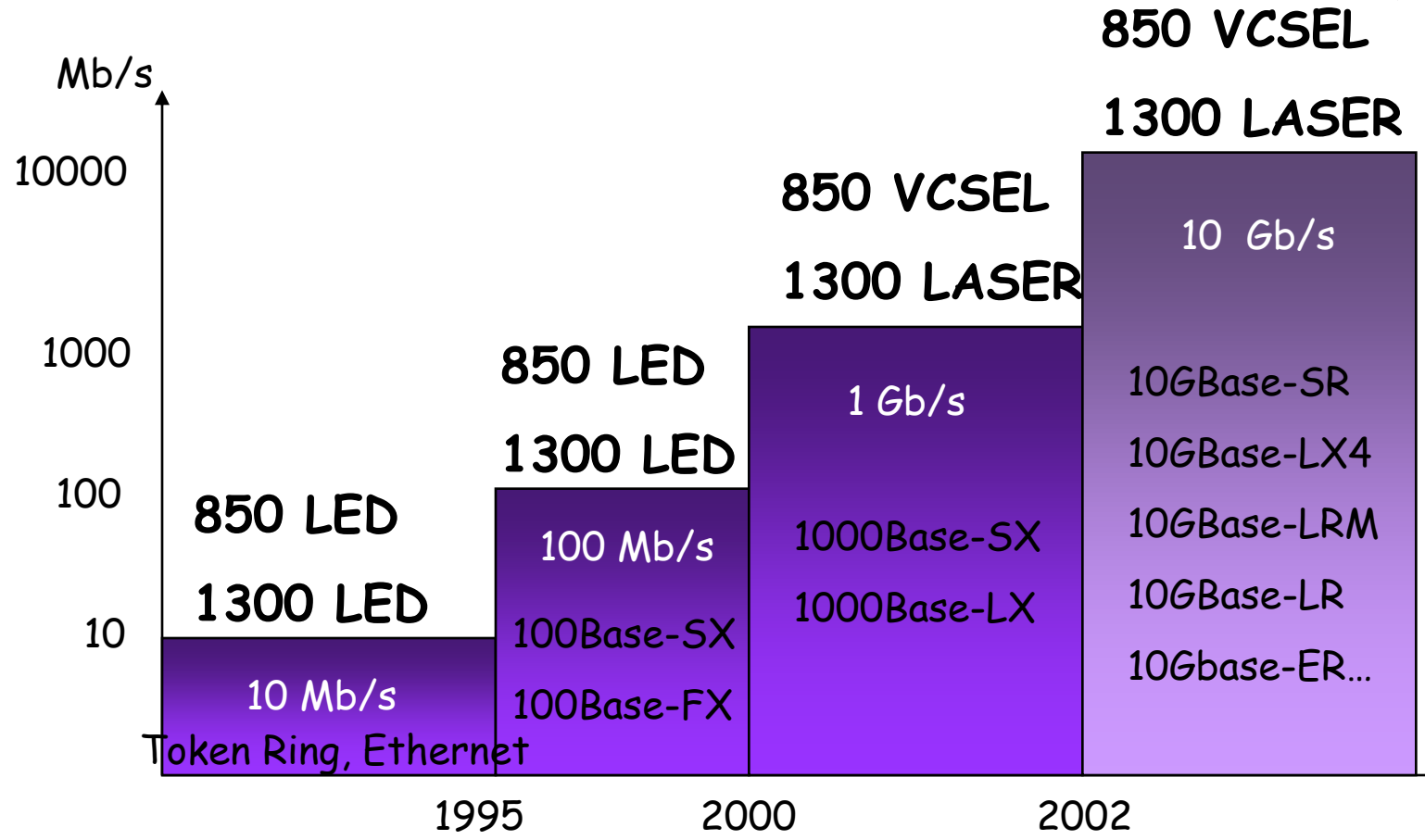
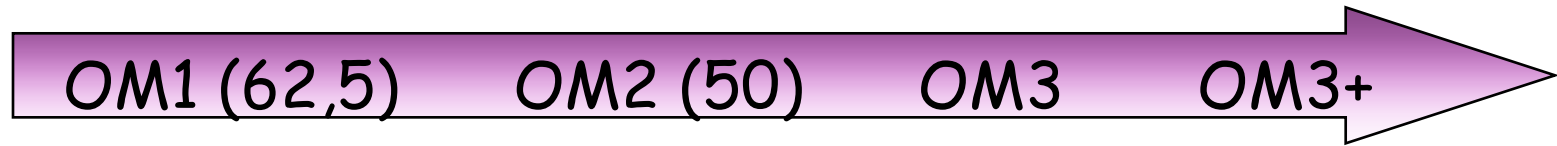


Évolution du marché LAN optique & des fibres multimodes associées

Par Olivier Hervé, ingénieur BE LAN optique - ACOME



Evolution technologique du marché LAN FO :



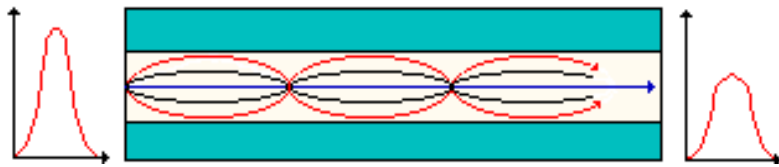
Evolution technologiques :

- ❑ Développement des installations vers un accroissement des bandes passantes et vers des solutions à coût réduit :
 - ❑ Evolution des standards 1Gb/s vers 10, 40, 100 Gb/s
 - ❑ Fibre optique optimisée laser OM3 et OM3 Enhanced
 - ❑ Optimisation des sources lasers: VCSEL, DFB Laser
 - ❑ Redéfinition des méthodes de mesure des bandes passantes pour ces nouvelles applications: DMD ou EMB, MinEMBc
- ❑ Migration des fibres OM1, OM2 vers l'OM3 :
 - ❑ OM3 reconnue comme une solution pérenne et à faible coût
 - ❑ Développement du protocole 100Gb/s (IEEE 802.3ba) en cours
 - ➔ Objectif 100m sur OM3



Rappel : Multi vs Mono

Fibre multimode



- Utilisation à 850nm, 1300nm
- Transceiver bas coût
- Prix fibre élevé
- Atténuation linéaire élevé
- Faible bande passante
- 1G sur 1000m, 10G sur 550m

LAN, SAN, Data Center

Fibre monomode



- Utilisation à 1310nm, 1550nm
- Coût élevé des transceivers
- Fibre bas coût
- Faible atténuation linéaire
- Bande passante plus élevé
- 10G sur 40km

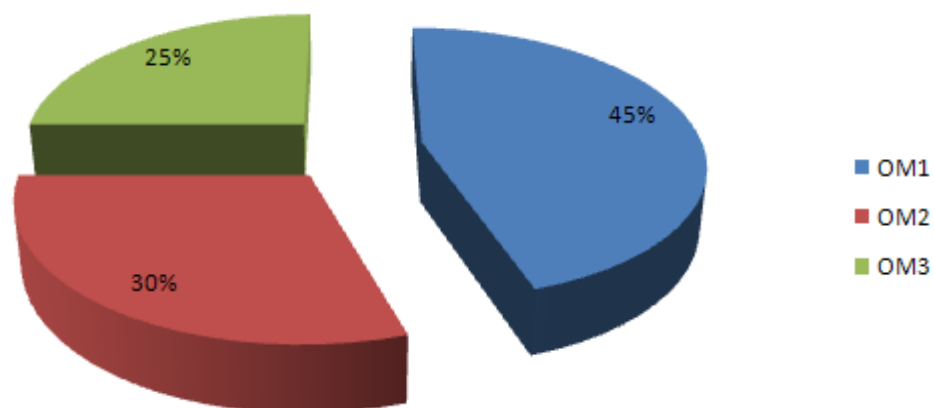
WAN, MAN, Campus, Access



Répartition du marché LAN FO :

(immeubles professionnels, SAN, DataCenter, Centraux)

Répartition de la fibre multimode sur la zone EMEA à fin 2007



□ Données CRU & ACOME :

□ WW 2006 = 3.1 MMkm.fo / 2007 = 3.3 MMkm.fo (+7%)

□ EMEA 2006 = 0.85 MMkm.fo / 2007 = 0.95 MMkm.fo (+11.7%)



Quelles fibres multimodes pour quelles applications :

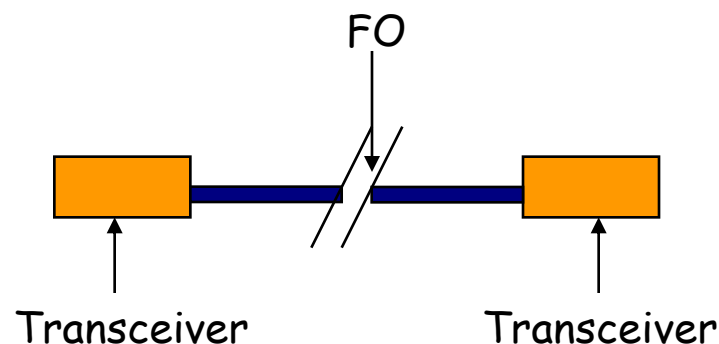
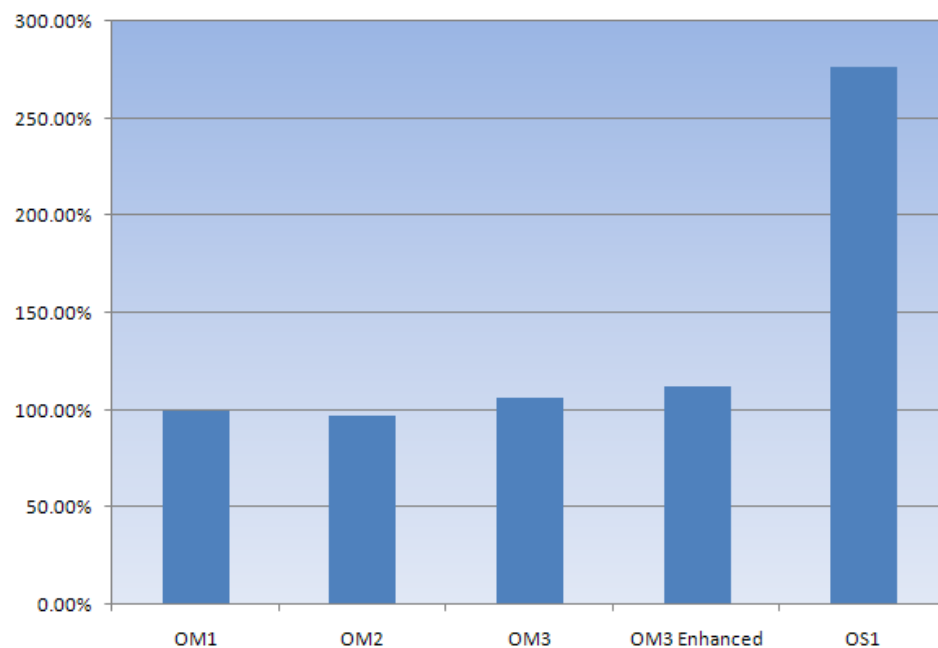
Protocole Ethernet		OM1 62.5/125 200/500 (OFL)	OM2 50/125 500/500 (OFL)	OM3 50/125 1500/500 (OFL) 2000/500 (DMD)	OM3 enhanced 50/125 1500-3500/500 (OFL) 4700/500 (DMD et MinEMBc)
100Base-LX	LED@1300nm	5000m	5000m	5000m	5000m
1000Base-SX	VCSEL@850nm	275m	550m	1000m	1100
1000Base-LX	Laser@1300nm	550m*	550m*	550m	600m
10GBase-SR	VCSEL@850nm	33m	82m	300m	550m
10GBase-LX4	Laser WDM@1300nm	300m*	300m*	300m	300m
10GBase-LRM	Laser @1300nm	220m*	220m*	220m	220m

*Nécessite un Mode Conditioning Patchcord (MCP) → \$\$\$



Comparaison coûts protocoles 1G :

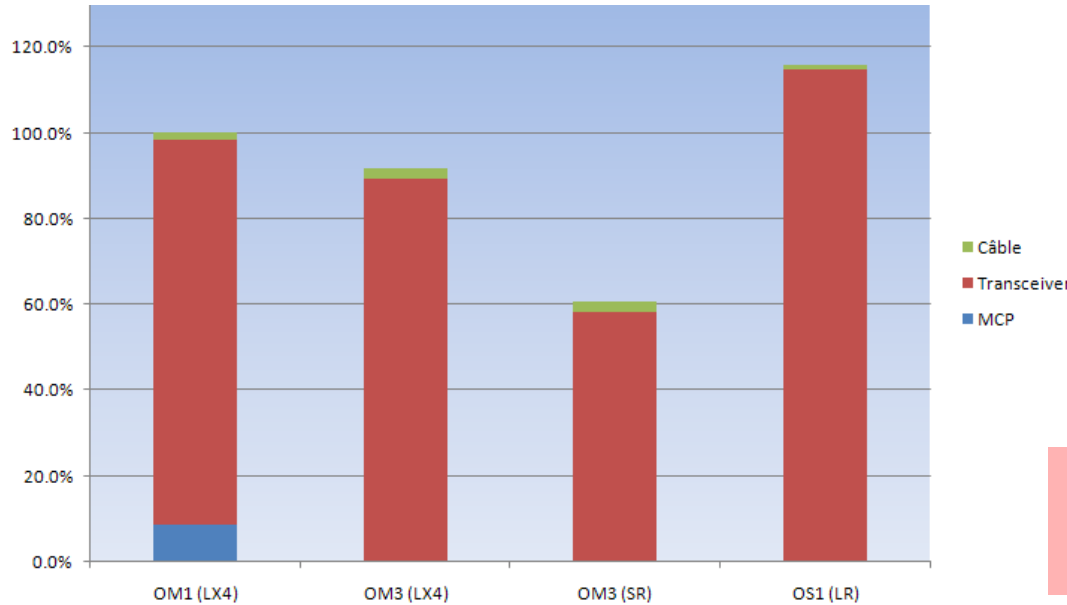
étude de cas : 12 fo sur 275m 1000Base-SX (multimode), 1000Base-LX (mono)



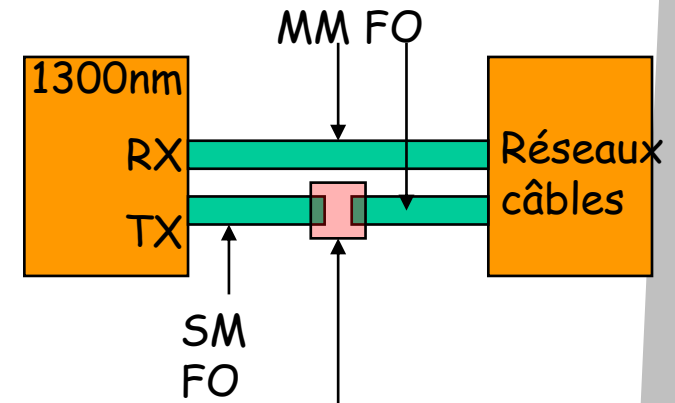
- ❑ En 1000Base-SX, le coût du lien multimode varie peu en fonction des types de fibres.
- ❑ La fibre monomode ne s'impose pas pour les liens <300m

Comparaison coûts protocoles 10G:

étude de cas : 12 fo sur 275m en 10GBase-LX4



Mode Conditionning Patchcord (MCP):



Connexion à décalage de cœur: DMD limitée

- ❑ L'utilisation de MCP augmente le coût du lien pour l'OM1 et l'OM2.
- ❑ La fibre OM3 est la solution optimale pour le 10G

Evolution du marché LAN et des fibres multimodes en France à fin 2007,

TENDANCES :

❑ Malgré une PdM encore faible, on note une forte augmentation pour l'OM3 :

- Fibre optimisée Laser
- Possibilité de 1Gbit sur 550m ou 1000m sans Mode Conditioning Patchcord
- Possibilité de 10Gbit jusqu'à 330m (ou 550m) sans MCP
- Solution bas coût et pérenne

❑ La grande majorité des backbones (tertiaire et industriel) sont entre 0 et 300m. 2 solutions pour l'évolution de ces réseaux vers l'Ethernet 10G :

- 10Gbit LX4 (jusque 300m) = \$\$\$; 4 sources LASER
- 10Gbit LRM (jusqu'à 220m) ; module de compensation DMD

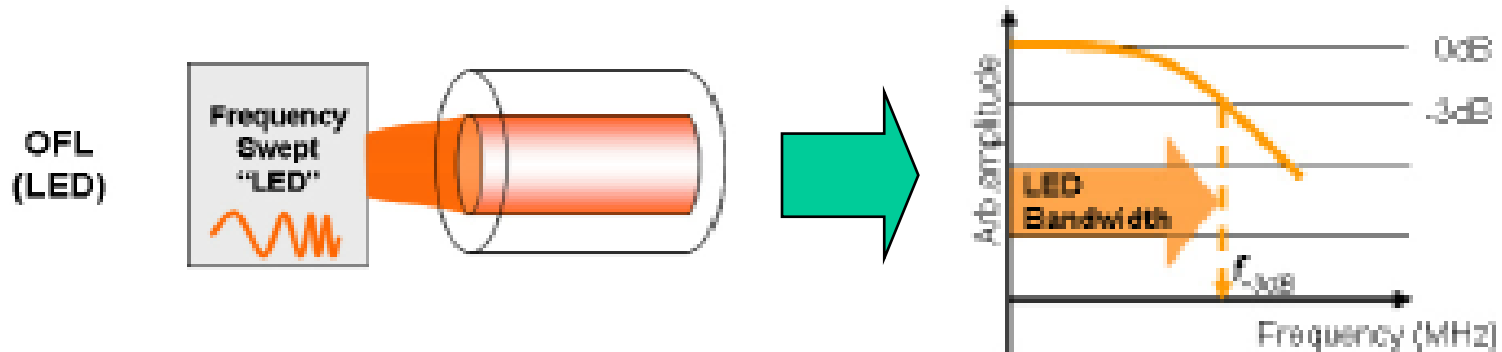


Focus sur l'OM3: la fibre optimisée LASER

- **Les méthodes de mesures de bande passante**
- **Synthèse et performance**

La mesure OFL-BW

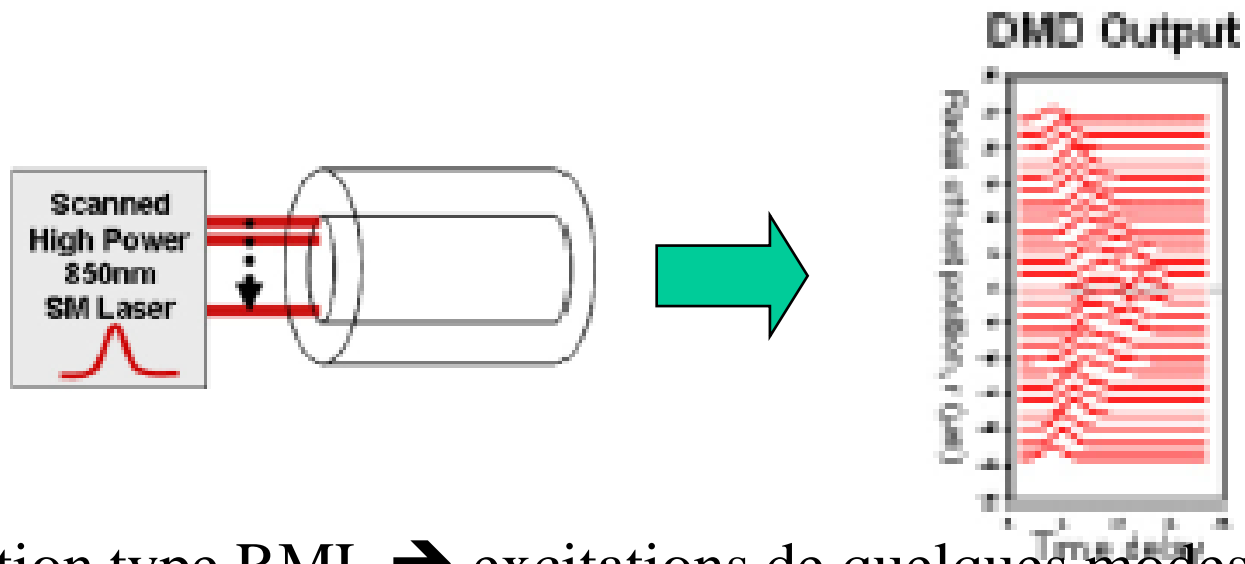
« *Over-filled launch* »



- Insertion de sorte à remplir intégralement le cœur de la fibre
- Modulation en fréquence
- Méthode cependant inadaptée pour le 10G

La mesure DMD ou EMB

« *Differential mode delay* »



- Insertion type RML → excitations de quelques modes
- Balayage du cœur: Cartographie des modes
- MinEMBc = EMB calculée avec différentes VCSEL du marché
- Méthode adaptée au 10G

Synthèse et performance OM3

- L'OM3 et OM3 Enhanced autorisent le 10G/s sur 300m et 550m.
- Permet le 1G/s à coût optimisé sans MCP
- Solution évolutive et fibre de référence pour les nouveaux développements des protocoles



Merci de votre attention

11^{ème}
Symposium
DUBAI | **ABU DHABI**
30 AVRIL | Réseaux DATA&TELECOMS
5 MAI 2008 | Evènement bisannuel depuis 1988

Le Très Haut Débit : du Mythe à la Réalité

prochain RdV CREDO : forum FTTH le 20 mars à l'INT - Evry

