



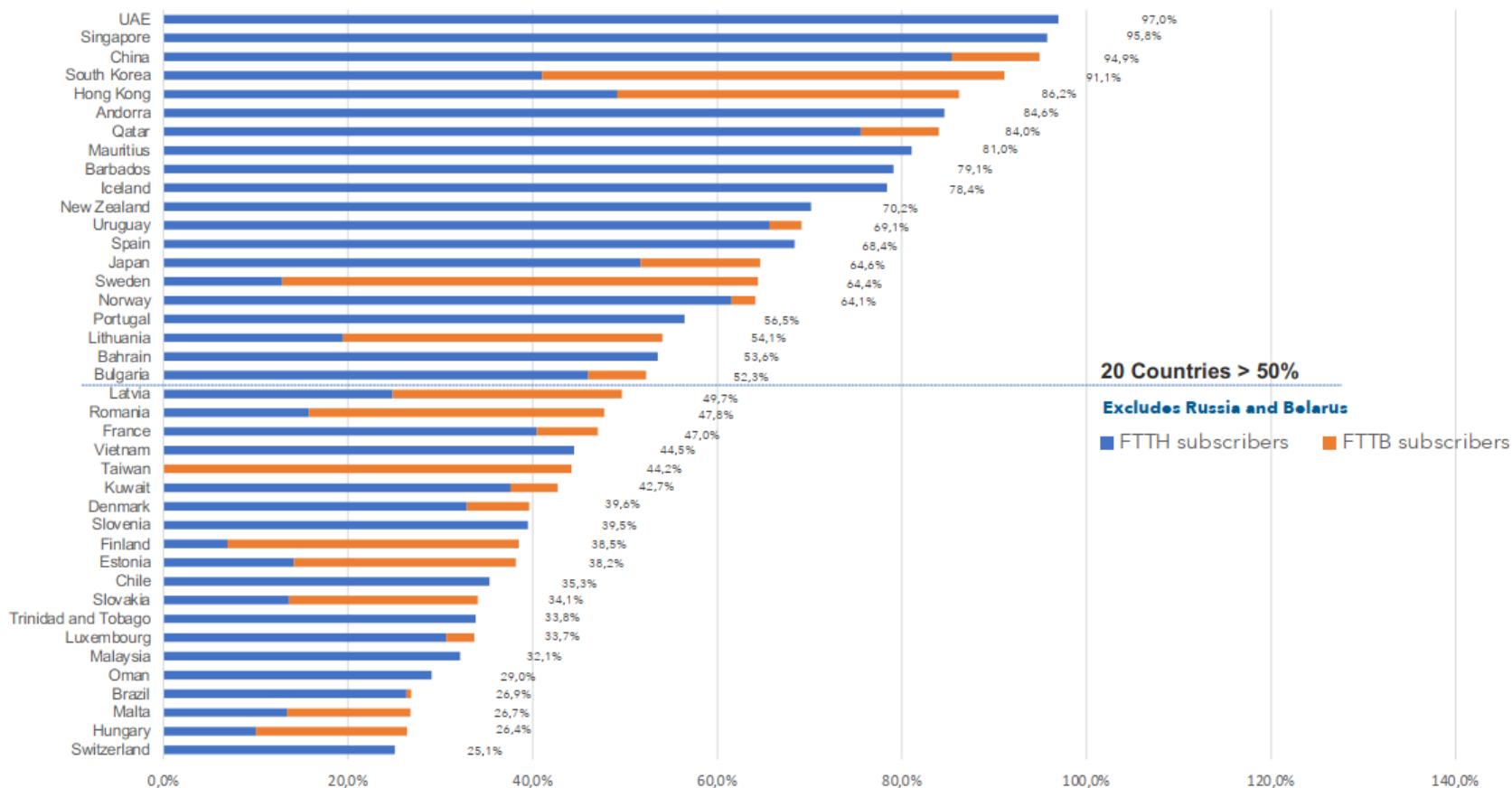
Technologies des réseaux d'accès

Introduction et généralités sur les fibres optiques



Un enjeu économique

Global Ranking - FTTH/B Markets - September 2021 – Countries with more than 25% penetration

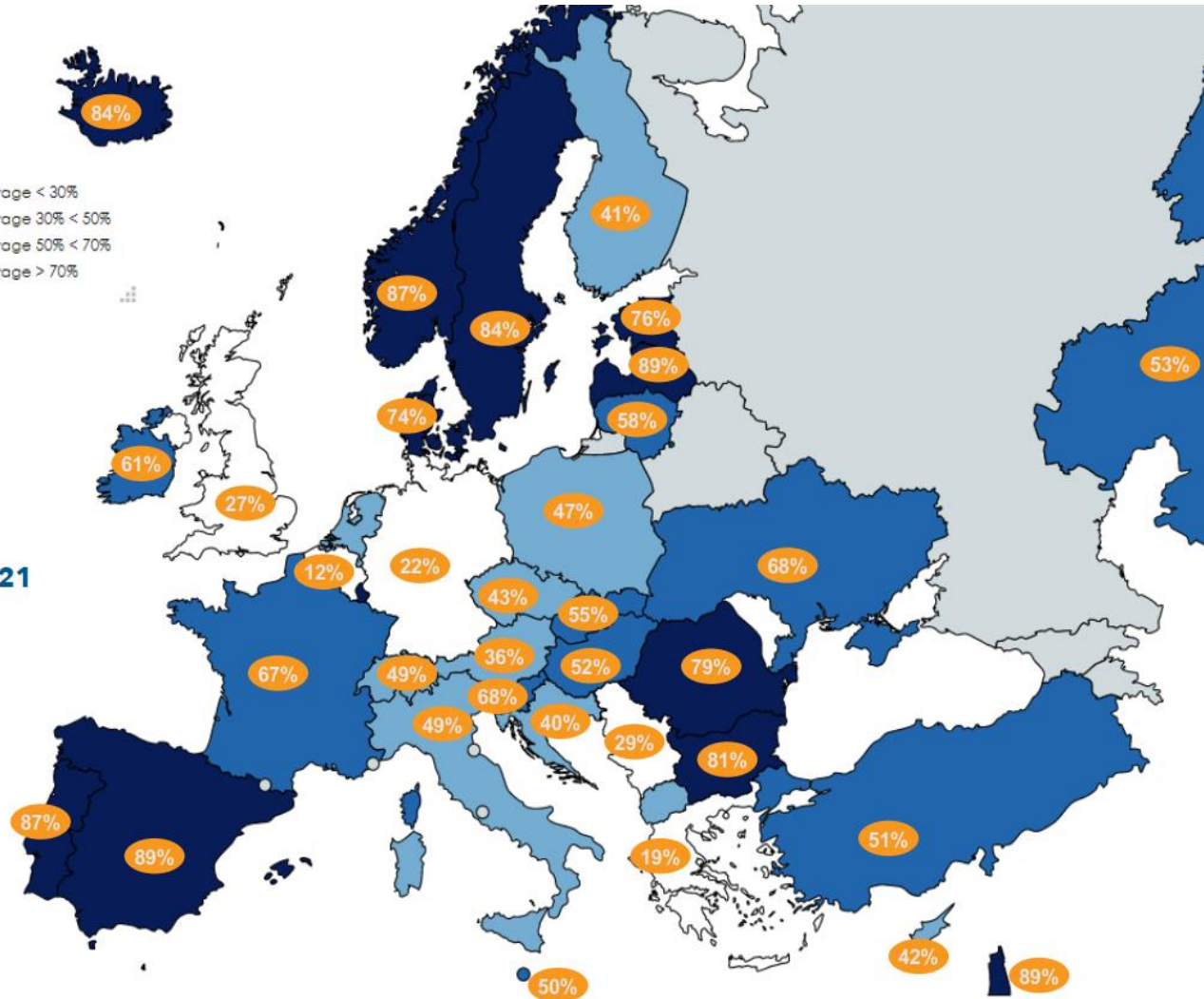


<https://www.ftthcouncil.eu/>

□ FTTH/B Coverage < 30%
 ■ FTTH/B Coverage 30% < 50%
 ■ FTTH/B Coverage 50% < 70%
 ■ FTTH/B Coverage > 70%

(* Homes passed / Households)

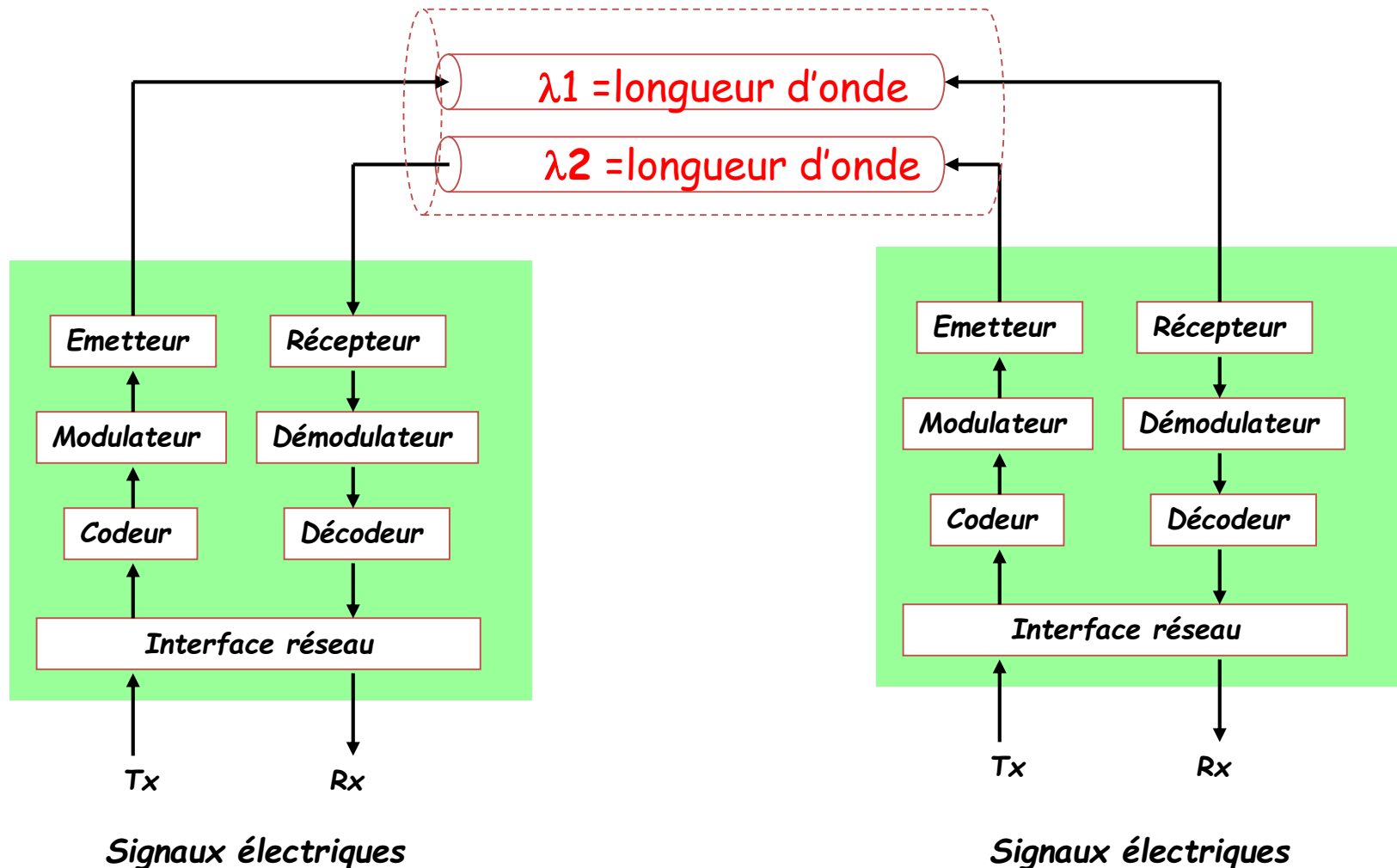
EU27+UK: **48.5%** (Up 4.6%)
EU39 : **57%** (Up 4.5%)



IUT de Colmar, Département Réseaux et Télécommunications



Principe d'une transmission optique





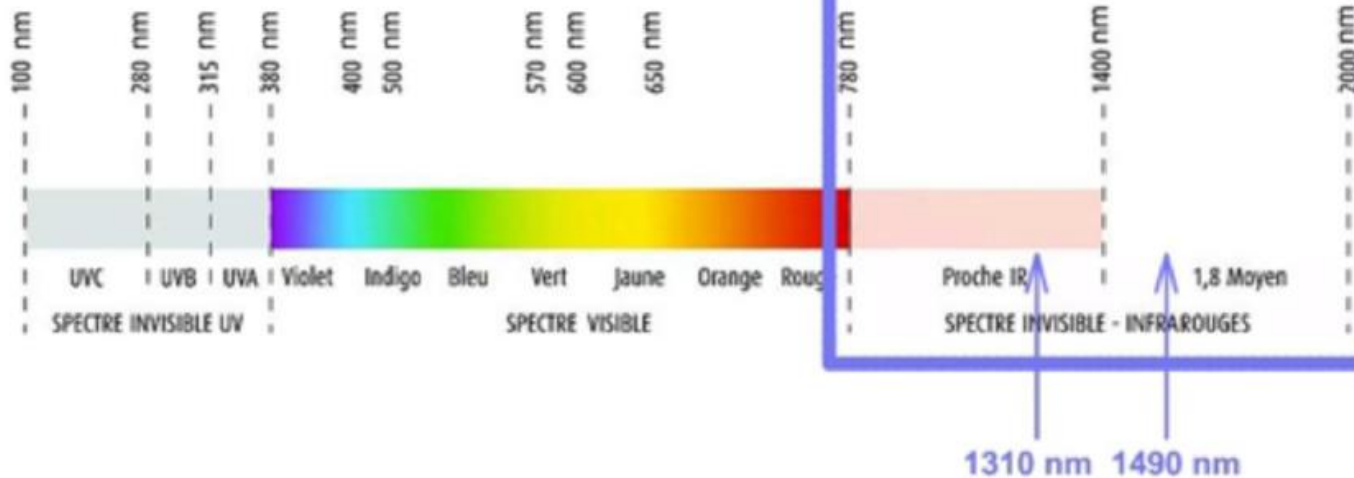
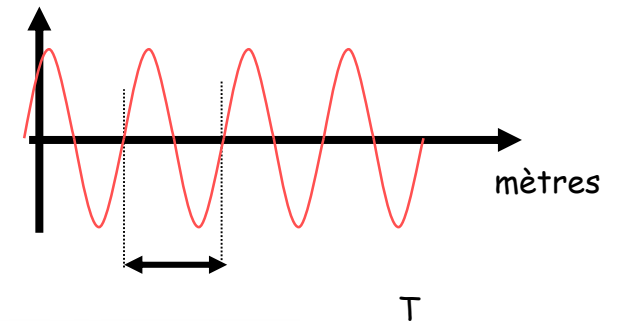
Les longueurs d'ondes

Typiquement

$\lambda \Rightarrow 850 \text{ nm}$ (rouge)

$\lambda \Rightarrow 1300 \text{ nm}$ (infra-rouge)

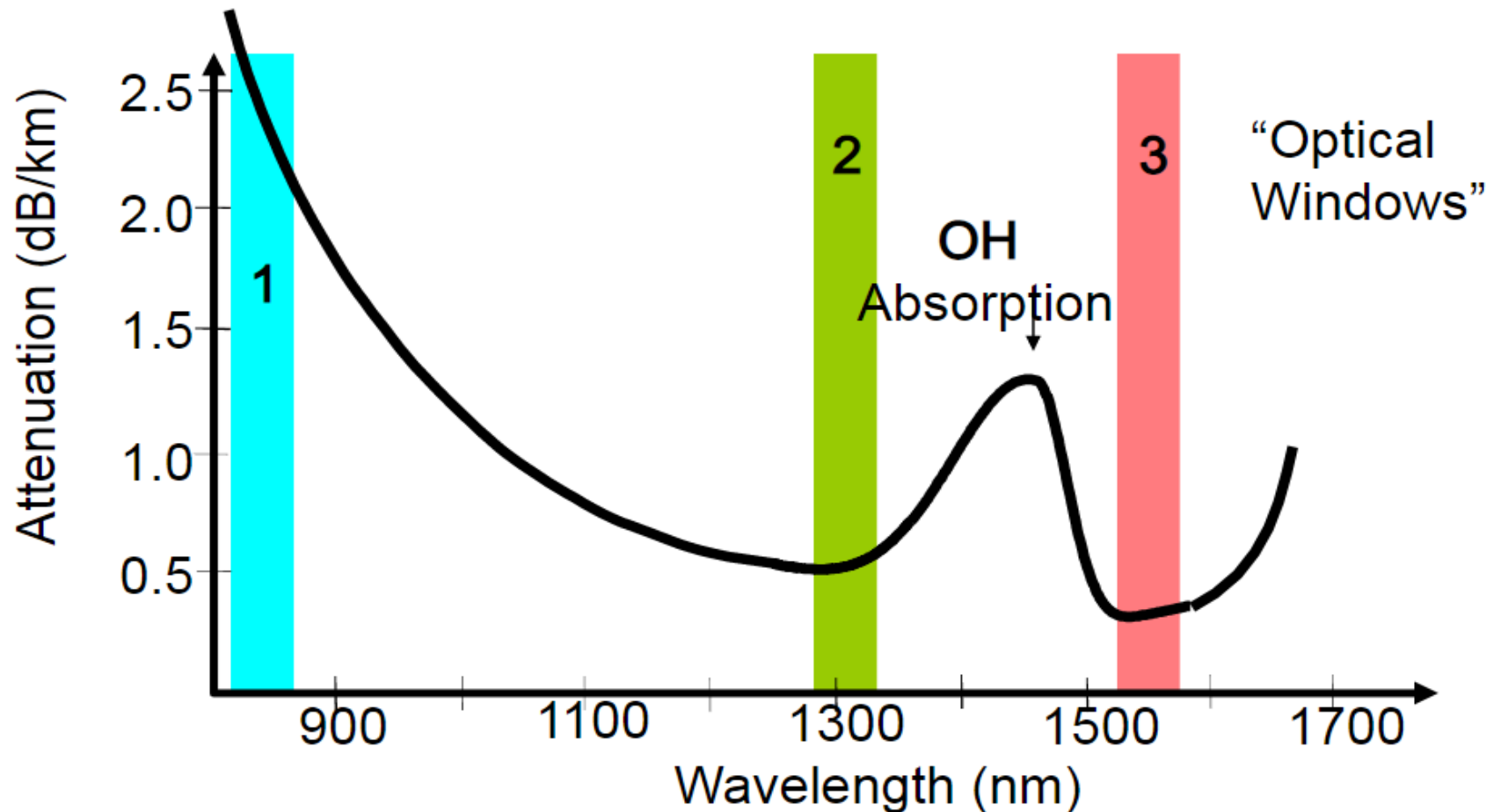
$\lambda \Rightarrow 1500 \text{ nm}$ (infra-rouge)



Pour les réseaux d'accès optiques



Les longueurs d'ondes





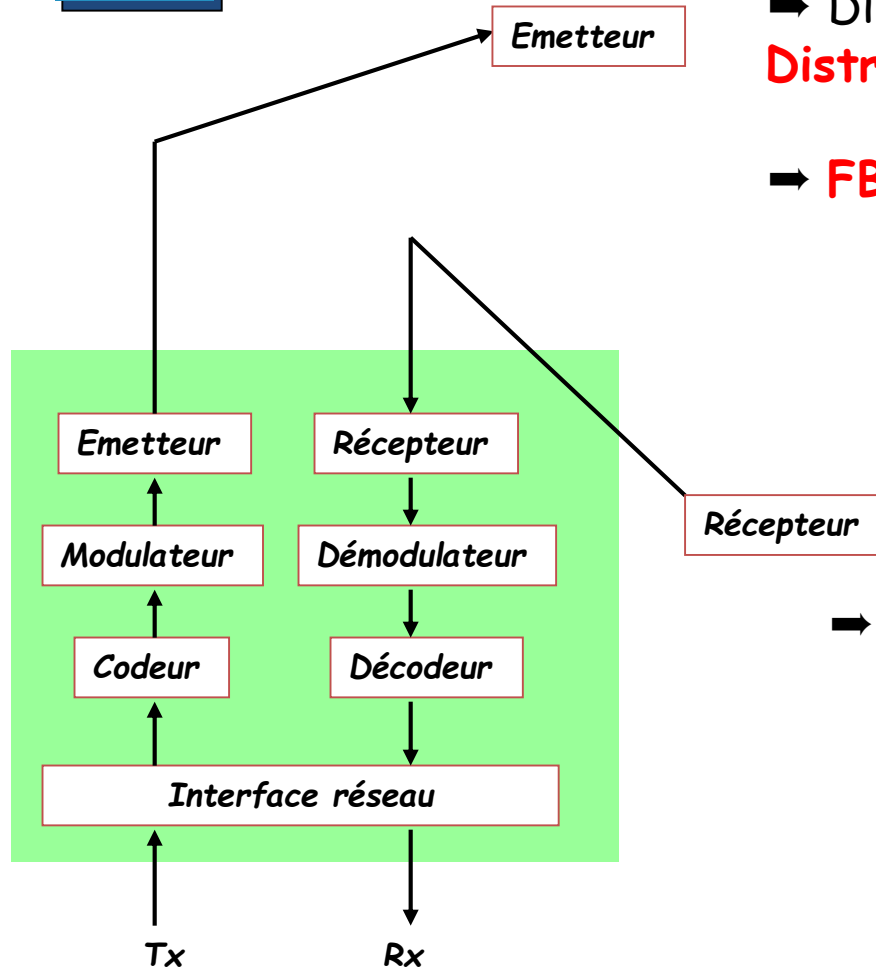
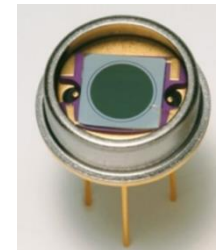
➔ Diode Laser : **Fabry-Perot (FB)** ou **Distributed Feedback Laser (DFB)**.

➔ **FB** moins chère que **DFB** mais moins précise.



Récepteur

➔ Photodiode (ou photodiode PIN)

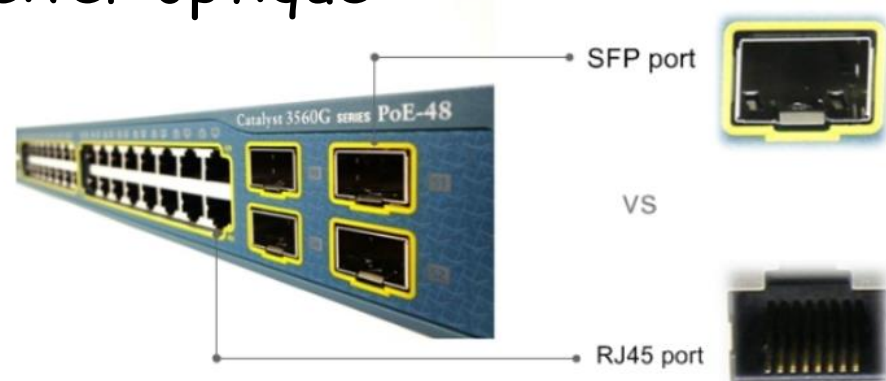




Principe d'une transmission optique

Les modules SFP (Small Form-factor Pluggable)

Transceiver optique



Exemple de caractéristique d'un module SFP

Wavelength	TX: 1550nm / RX : 1310nm
Distance	3 Km
Connector	LC
Fiber Type	SM (Single Mode)
1550 nm FP Laser / PIN Photodetector	
Dual data-rate 1,25Gbps	



RISQUES CLASSES	Oeil vision directe du faisceau	Oeil vision directe du faisceau avec optiques
1		
1M		
2		
2M		



Danger potentiel si durée d'exposition $t > 0,25s$



Peut être dangereux

En classe **1** et **1M**, pas de danger dans des conditions d'utilisation raisonnable et à condition de ne pas utiliser d'optique qui concentre la puissance, comme un microscope.

En classe **2** et **2M**, le danger est limité car ce sont des lasers de longueur d'onde visible pour lesquels nous avons le réflexe de fermer les paupières en moins d'un quart de seconde, (toujours à condition de ne pas utiliser d'optique.)



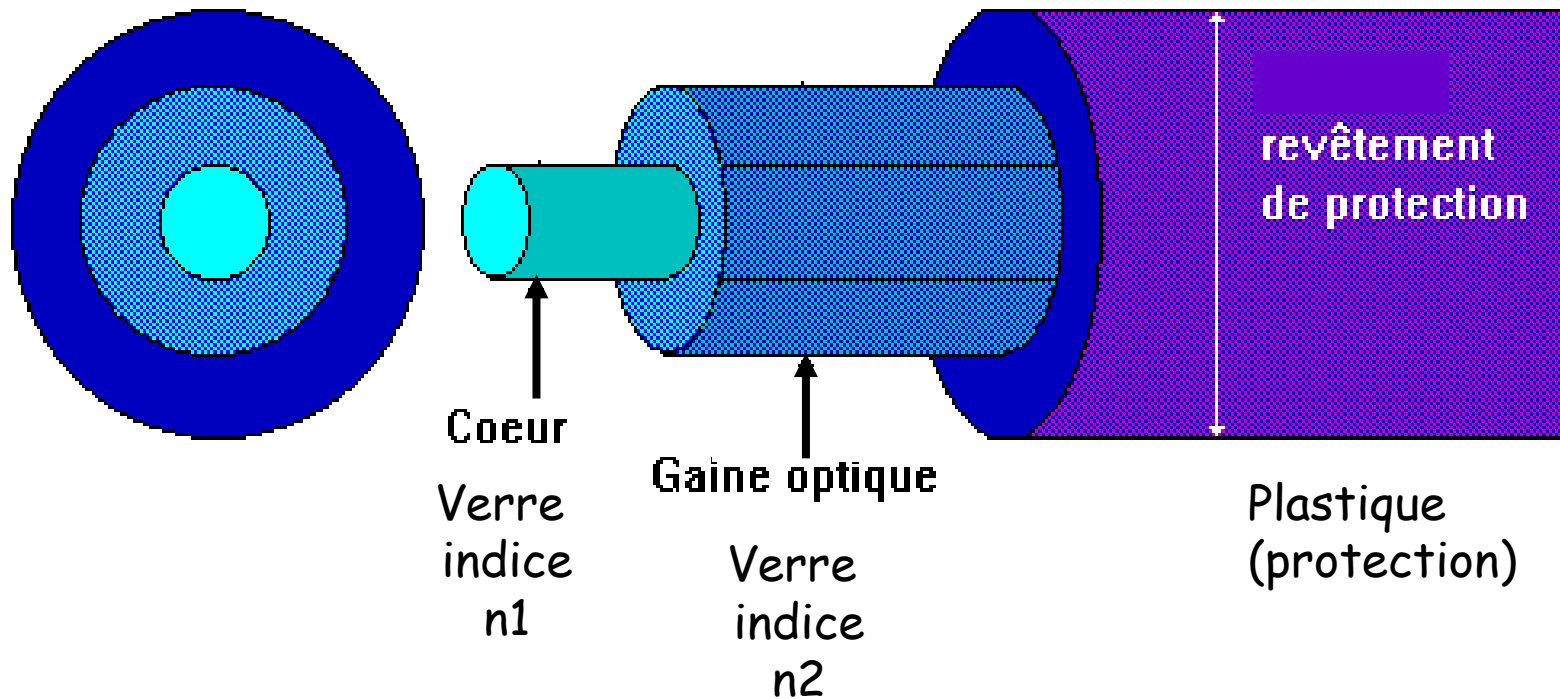
Structure des fibres optiquesRAPPEL

Leurs principaux avantages sont:

- ⇒ Leur **énorme bande passante** et l'indifférence aux rayonnements ou parasites électromagnétiques.
- ⇒ La **masse d'une fibre optique** est d'environ 1/10e de la masse d'un câble coaxial d'égal performance.
- ⇒ Résistance aux **attaques chimiques et aux variations de température**.



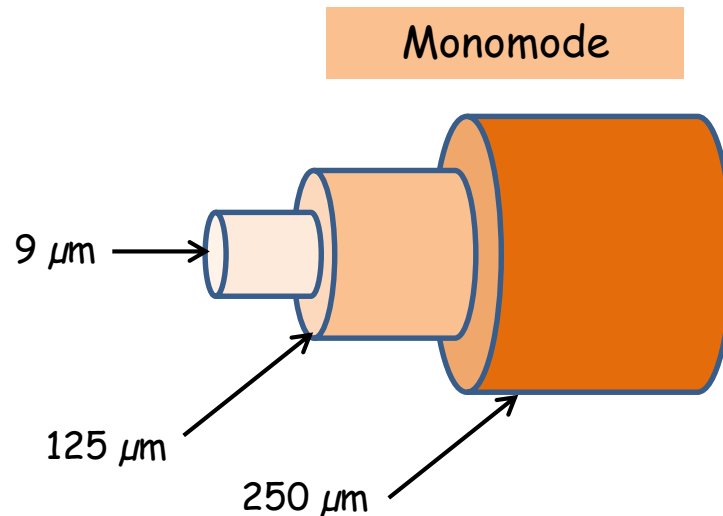
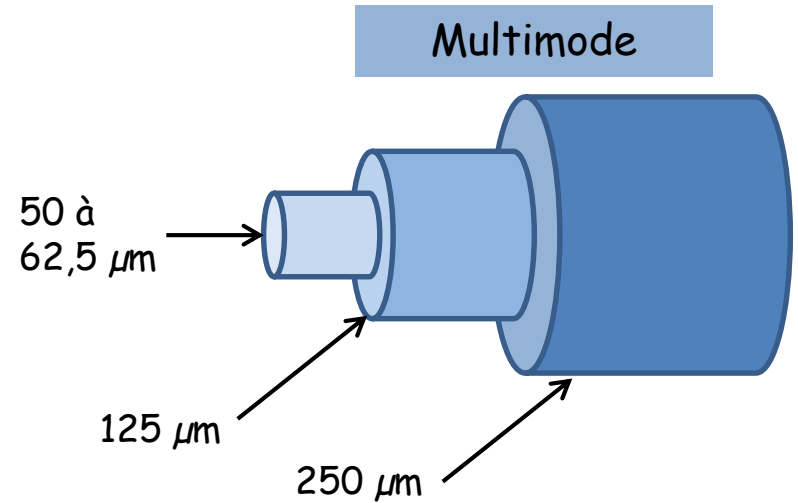
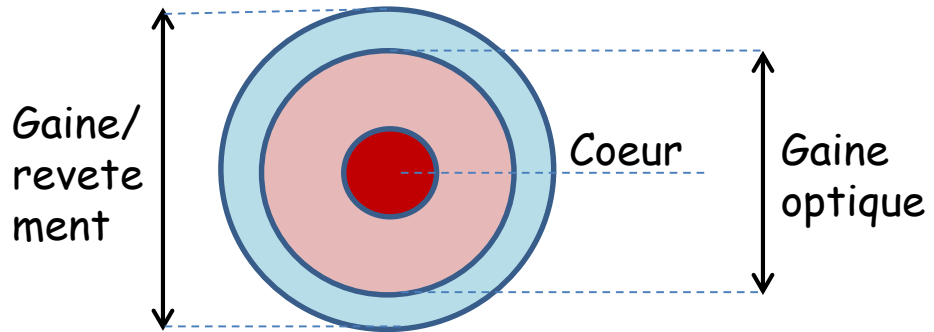
Une fibre



Indice n = vitesse de la lumière/vitesse de l'onde. Dans les fibres optiques $1,45 < n < 1,55$

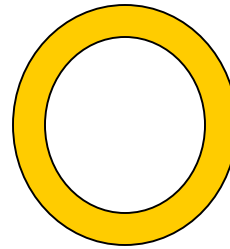


Structure d'une fibre

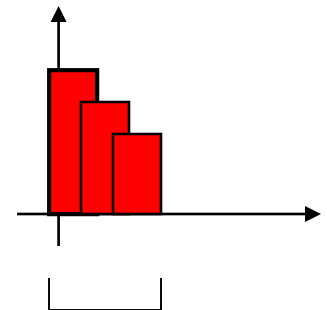
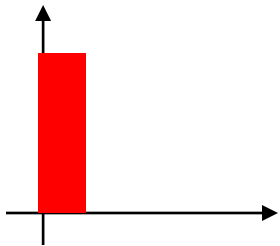
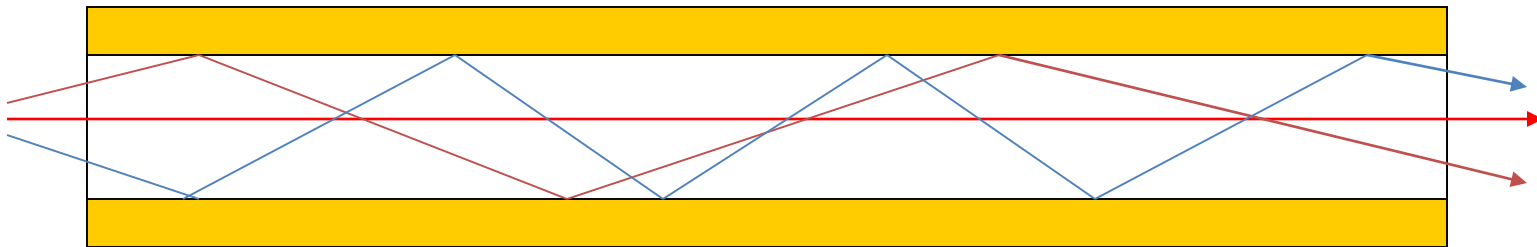




Fibre multimode : à saut d'indice



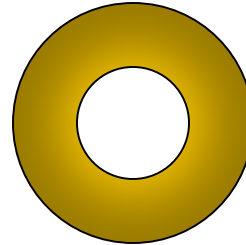
Cœur 50 à 62 μm



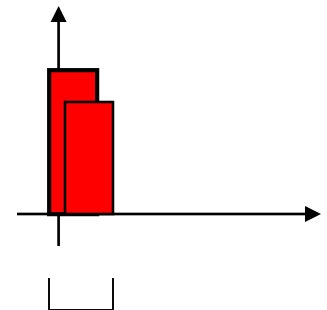
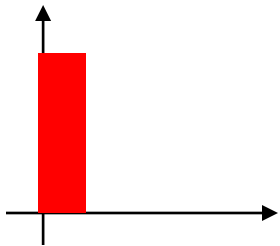
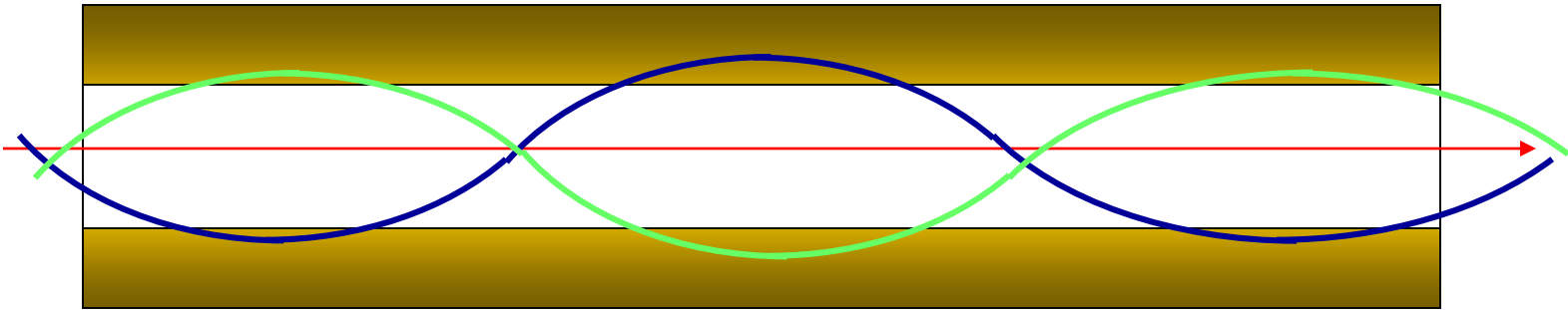
Dispersion modale



Fibre multimode : à gradient d'indice



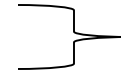
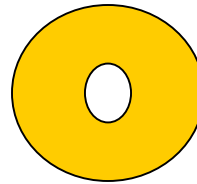
Cœur : 50 à 62 μm
Gaine optique : 125 μm



Dispersion modale

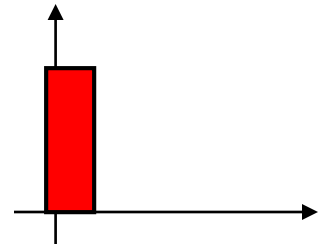
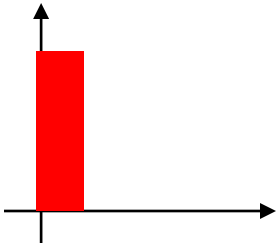


Fibre Monomode :



Cœur : $9\ \mu\text{m}$

Gaine optique : $125\ \mu\text{m}$





Types de fibres multimodes à gradient d'indice Standards ISO/IEC

DÉBIT DU LIEN	100Mb/s ETHERNET	1Gb/s ETHERNET	10Gb/s ETHERNET	40Gb/s ETHERNET	100Gb/s ETHERNET
NORME IEEE	802.3u	802.3z	802.3ae	802.3ba	
FIBRES NÉCESSAIRES (FULL DUPLEX)	2	2	2	8	20 / 8
OM1 (62.5/125)	Jusqu'à 2000m (FX) (SFP)	275 m (SX) (SFP)	33 m (SR) (SFP+)	Non défini	Non défini
OM2 (50/125)	Jusqu'à 2000m (FX) (SFP)	550 m (SX) (SFP)	82 m (SR) (SFP+)	Non défini	Non défini
OM3 (50/125)	Jusqu'à 2000m (FX) (SFP)	550 m (SX) (SFP)	300 m (SR) (SFP+)	100 m, 330 m (CFP2)	100 m (CFP2/QSFP28)
OM4 (50/125)	Jusqu'à 2000m (FX) (SFP)	1000 m (SX) (SFP)	550 m (SR) (SFP+)	150 m, 550 m (CFP2)	150 m (CFP2/QSFP28)



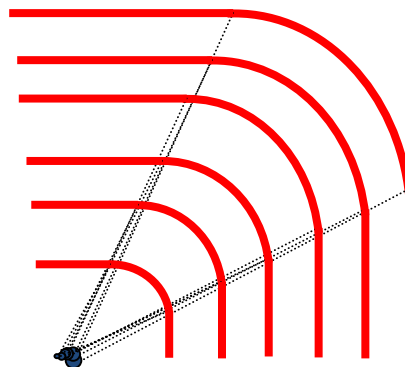
Types de fibres monomodes (Single Mode) Standards ITU-T

STANDARD	ATTÉNUATION TYPIQUE	PROPRIÉTÉS	APPLICATIONS
G.652 (D)	1310 nm : 0,33 dB/km 1550 nm : 0,22 dB/km	Fibre SM initiale à fortement évoluée	Standards
G.655 (NZDS)	1310 nm : 0,34 dB/km 1550 nm : 0,20 dB/km	Faibles sensibilité aux dispersions	Longue distance et hauts débits
G.657	1310 nm : 0,35 dB/km 1550 nm : 0,21 dB/km	Faible rayon de courbure	FTTH



Influence des courbures

Rayon de courbure		15 mm	10 mm	7,5 mm	5 mm
Nombre de tours		10	1	1	1
G.657 A1	1550 nm	< 0,25 dB	< 0,75 dB		
	1625 nm	< 1dB	< 1,5 dB		
G.657 A2/B2	1550 nm	< 0,03 dB	< 0,1 dB	< 0,5 dB	
	1625 nm	< 0,1 dB	< 0,2 dB	< 0,1 dB	
G.657 B3	1550 nm		< 0,03 dB	< 0,08 dB	< 0,15 dB
	1625 nm		< 0,1 dB	< 0,25 dB	< 0,45 dB





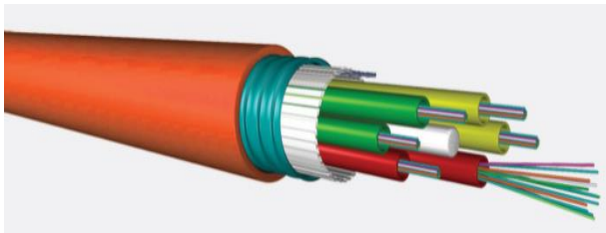
Structure d'un câble optique.

Structure serrée : CLT
(Central loose tube)



En **structure serrée**, chaque fibre est recouverte d'une couche de plastique qui porte son diamètre extérieur de 250 à 900 microns. Cela facilite le montage des connecteurs. (pigtails)

Structure libre : MBO
(Mini break out)



Dans les **structures libres**, les fibres sont entourées par un tube.