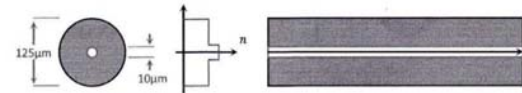


7. Comparaisons avec une liaison filaire en cuivre :

- La Fibre a une plus grande bande passante
- La Fibre a une plus faible atténuation
- La Fibre n'est pas affectée par les interférences électromagnétiques
- La Fibre n'émet pas de perturbations électromagnétiques
- La Fibre est plus petite et plus légère
- Elle permet un bon isolement galvanique

Comparaison

3.5.3. **Fibre monomode (OS) :** (utilisé par les opérateurs de télécoms en longues distances)
Le diamètre est extrêmement faible et tous les rayons se propagent parallèlement à l'axe.



Caractéristiques :

- Cœur : 0,5 μm à 0,10 μm, gaine : 0,125 μm
- Bande passante très élevée : BP = qkq Tbits.s⁻¹ pour 1 km
- Ouverture Numérique très faible
- Atténuation très faible : Att=0,5 dB km⁻¹ à λ=1,3 μm

Avantages/Inconvénients :

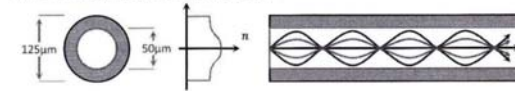
- La fibre monomode fonctionne aux longueurs d'onde de 1310 et 1550 nm, elle est utilisée pour le transport de données sur des grandes distances, c'est ce type de fibre qui relie l'internet mondial.
- Elle permet de transmettre un signal jusqu'à 10 Gbits sur une distance de 40 km.
- En revanche, la fibre monomode nécessite l'utilisation d'un actif intégrant une source optique de type Laser, ce qui rend le coût de l'actif très élevé.
- Tout le déploiement du réseau fibre jusqu'à l'abonné se fait en fibre monomode, du central jusqu'à l'opérateur.

Fibre monomode

Mono Mode	Multi Mode
→ Idéal pour les longues distances (télécom)	→ Idéal pour les réseaux courtes distances (informatique, sécurité)
→ Utilisé aux longueurs d'ondes 1310nm, 1490nm, 1550nm et 1625nm.	→ Utilisé aux longueurs d'ondes 850nm et 1300nm
→ Coûts de transmission élevés (laser)	→ Coût de transmission 2 à 4 fois moins importants que pour les fibres monomodes (Led)
→ Bande passante importante.	→ Bande passante plus basse que celle obtenue avec les fibres monomodes.

Synthèse

3.5.2. **Fibre multimode (OM) à gradient d'indice :** (utilisé en courtes distances)
L'indice au centre rejoint progressivement celui de la gaine.



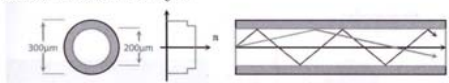
Caractéristiques :

- Cœur : 0,50 μm ou 0,100 μm, gaine : 0,125 μm
- Bande passante limitée : BP = qkq Gbit.s⁻¹ pour 1 km
- Ouverture Numérique : ON_{max} = 0,26 soit 2θ₀ = 30° au centre et quasi nulle près de la gaine.
- Atténuation faible : Att=3 dB km⁻¹ à λ=0,85 μm

Avantages/Inconvénients :

- La fibre multimode fonctionne aux longueurs d'onde de 850 et 1300 nm, elle est utilisée pour des réseaux locaux de type : réseau d'entreprise.
- Elle permet de transmettre des signaux jusqu'à 10 Gbits sur une distance de 300m.
- La fibre multimode nécessite l'utilisation d'un actif intégrant une Led comme source lumineuse, ce qui rend le coût de l'actif abordable.

3.5.1. **Fibre multimode à saut d'indice :** (presque plus utilisée de nos jours)
L'indice du cœur, n₁, est constant et supérieur à l'indice de la gaine, n₂. Les rayons se propagent en ligne droite et subissent une réflexion totale sur la gaine.



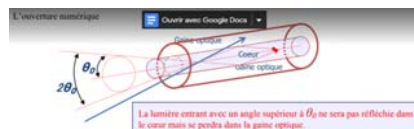
Caractéristiques :

- Cœur : 0,200 μm, gaine : 0,300 μm
- Bande passante limitée : BP = 60 Mbit.s⁻¹ pour 1 km
- Ouverture Numérique : ON = 0,21 soit 2θ₀ = 24°
- Atténuation faible : Att=3 dB km⁻¹ à λ=0,85 μm

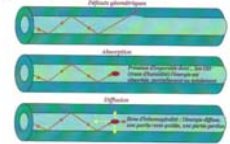
Avantages/Inconvénients :

- Faible prix et facile à mettre en œuvre
- Bande passante faible

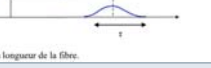
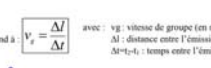
Fibre multimode



Les défauts géométriques, l'absorption des photons et la diffusion



Couffures et pertes dues aux connecteurs et aux soudures (fissures)

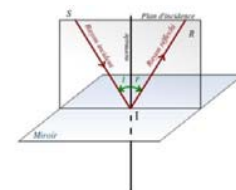


Module 6 : OPTIQUE

Milieu transparent	n
Air	1,0003
Eau	1,333
Plexiglas	1,50
Verre au plomb	1,90
Diamant	2,417

La vitesse de propagation a pour expression : $C = \frac{C_0}{n}$ avec : C et C₀ en m.s⁻¹
n sans unité.

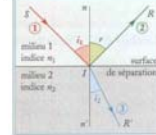
Indice optique C=3.0.10^8ms



Les rayons incident et réfléchi sont dans un même plan appelé **plan d'incidence**.
La relation entre l'angle d'incidence, i et l'angle de réflexion, r est :

Loi de réflexion i=r

Loi de la réfraction (de Snell-Descartes) :

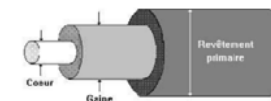


- Les rayons incident, réfléchi et réfracté sont dans un même plan appelé **plan d'incidence**.
- La relation entre l'angle d'incidence, i₁ et l'angle de réfraction, i₂ est :

Loi de réfraction n1sini1=n2sini2

Une fibre optique est un cylindre en silice (ou en plastique) composée :

- D'une partie centrale, le cœur.
- D'une partie périphérique, la gaine.
- D'une enveloppe protectrice, le revêtement primaire.



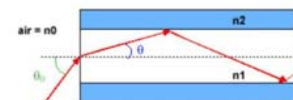
Remarque : La vitesse de propagation dépend de l'indice optique du cœur de la fibre optique.

Principe

L'ouverture numérique, ON, d'une fibre optique a pour expression :

$$ON = \sin \theta_0$$

θ₀ étant la valeur maximale de l'angle d'un rayon incident au-delà duquel il n'y a plus de réflexion totale sur la gaine. (cf schéma ci-dessous)



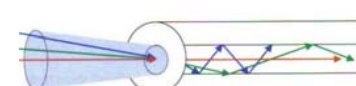
Ouverture numérique

Une impulsion lumineuse à l'entrée d'une fibre génère une multitude de rayons (appelés modes) qui n'arrivent pas en même temps à la sortie : **C'est la dispersion** :



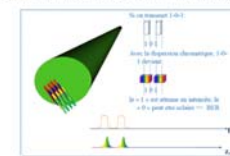
Dispersion

- **La dispersion modale** : différence des temps de propagation entre les modes, que l'on peut assimiler à des rayons lumineux monochromatiques (constitués d'une seule longueur d'onde).



Modale

- **La dispersion chromatique** : différence des temps de propagation des radiations selon les longueurs d'onde composant le spectre de l'émetteur optique (polychromatiques).



Les ondes de longueurs différentes ne se propagent pas exactement à la même vitesse.

Chromatique