



**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP
ECOLE SUPERIEUR POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT GENIE INFORMATIQUE
ANNEE UNIVERSITAIRE 2023/2024**

**DIPLOME SUPERIEUR DE TECHNOLOGIE EN RESEAU ET
TELECOMMUNICATIONS (2^E ANNEE)**

Transmissions sur fibre Optique **(Recherche sur des thématiques)**

REALISE PAR:

MOUHAMADOU MOUSTAPHA LO

CLASSE : DSTTR2A

Dr. MANGONE FALL

Enseignant Chercheur / DGI/ESP/UCAD
mangone.fall@esp.sn

Recherche sur des thématiques

Faire des recherches sur les sujets suivants :

1. La dispersion dans les fibres optiques.
2. Les différents types de pertes dans les fibres optiques

1. La dispersion dans les fibres optiques.

Dans les fibres optiques, la dispersion est un phénomène qui provoque l'élargissement des impulsions lumineuses à mesure qu'elles parcourent la fibre. Cela se produit parce que différentes longueurs d'onde de la lumière se propagent à des vitesses différentes dans la fibre. L'élargissement des impulsions peut entraîner une distorsion du signal et limiter la bande passante de la fibre.

Il existe trois types principaux de dispersion dans les fibres optiques :

- **Dispersion modale** : Ce type de dispersion se produit dans les fibres multimodes, où la lumière peut se propager selon plusieurs chemins ou modes différents. Les différents modes parcourent des distances différentes dans la fibre, ce qui provoque l'élargissement des impulsions, ce qui réduit la qualité de la transmission. La dispersion modale limite la bande passante et la distance de transmission sur les fibres multimodes.

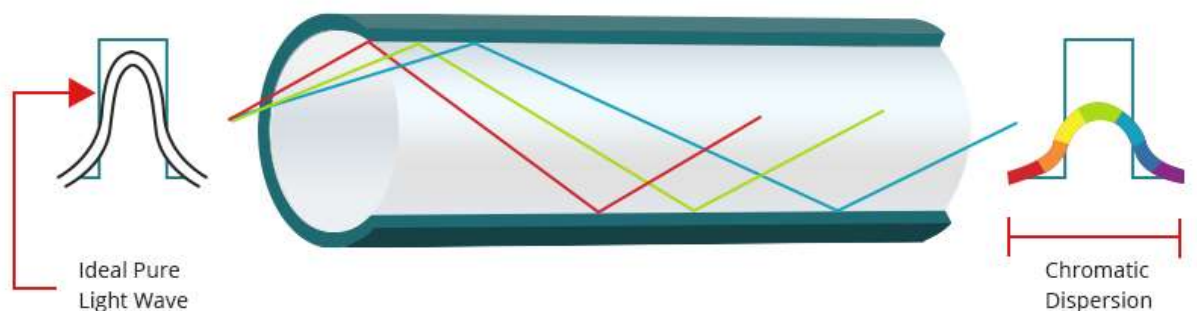


FIG : Dispersion modale dans les fibres optiques

Dispersion chromatique : Ce type de dispersion se produit dans les fibres monomodes et multimodes, et est causée par la dépendance de l'indice de réfraction de la fibre à la longueur d'onde de la lumière. Cela signifie que différentes longueurs d'onde de la lumière se propagent à des vitesses différentes dans la fibre, ce qui provoque l'élargissement des impulsions. La dispersion chromatique peut être divisée en deux sous-catégories : la dispersion du matériau et la dispersion du guide d'ondes.

- **Dispersion du matériau :** Inhérente au matériau de la fibre, elle provoque une dispersion proportionnelle à la distance parcourue.
- **Dispersion du guide d'ondes :** Liée à la géométrie de la fibre, son impact varie selon la conception de la fibre.

Impact : La dispersion chromatique brouille les signaux numériques, limitant la bande passante sur de longues distances.

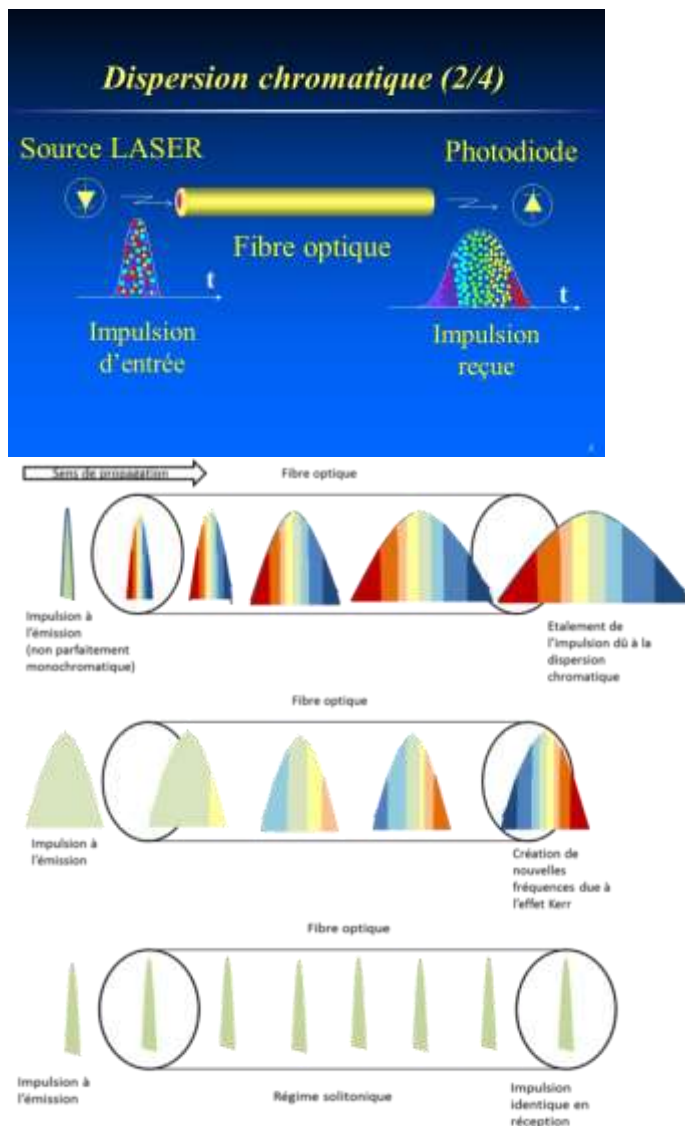


FIG : Dispersion chromatique dans les fibres optiques

Dispersion de polarisation modale (PMD) : Ce type de dispersion se produit uniquement dans les fibres monomodes et est causée par la biréfringence de la fibre. La biréfringence est une propriété de la fibre qui fait que les deux composantes orthogonales de la lumière se propagent à des vitesses différentes. Cette différence de vitesse induit une rotation aléatoire de l'état de polarisation de la lumière le long du trajet, brouillant le signal. La PMD peut entraîner une atténuation des signaux polarisés et limiter la bande passante de la fibre affectant particulièrement les systèmes à haut débit.

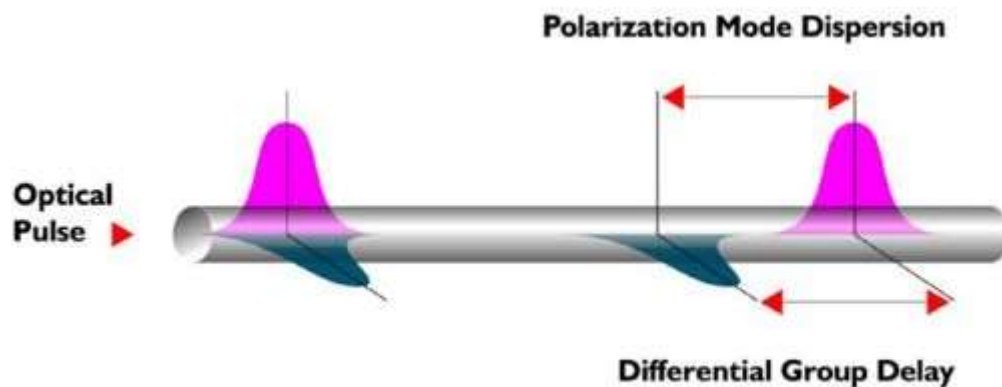


FIG : Dispersion de polarisation modale (PMD) dans les fibres optiques

La dispersion est un facteur important à prendre en compte lors de la conception de systèmes de communication par fibre optique. L'effet de la dispersion sur la performance du système dépend de la distance de transmission, de la bande passante du système et du type de fibre utilisé. Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour compenser la dispersion, telles que l'utilisation de fibres à dispersion optimisée, de modules de dispersion et d'égaliseurs.

2. Les différents types de pertes dans les fibres optiques

Les fibres optiques constituent un moyen de transmission de données incroyablement performant, mais elles ne sont pas exemptes de pertes. Ces pertes réduisent la puissance du signal lumineux à mesure qu'il parcourt la fibre, limitant ainsi la distance de transmission maximale.

Comprendre les différents types de pertes de fibres optiques est crucial pour optimiser les systèmes de communication par fibre optique. On les classe généralement en deux catégories principales :

Pertes intrinsèques :

Inhérentes à la fibre elle-même et indépendantes des conditions externes, elles incluent :

- **Absorption** : Une partie de la lumière est absorbée par les atomes et molécules de la fibre, principalement due aux impuretés et aux défauts de fabrication. Ce type de perte se produit lorsque les photons sont absorbés par le matériau de la fibre. Les principales sources d'absorption sont les impuretés dans le matériau de la fibre et les défauts de cristal. Les fibres optiques à base de silice ont généralement des niveaux d'absorption assez bas dans la fenêtre de transmission utilisée pour les communications optiques.

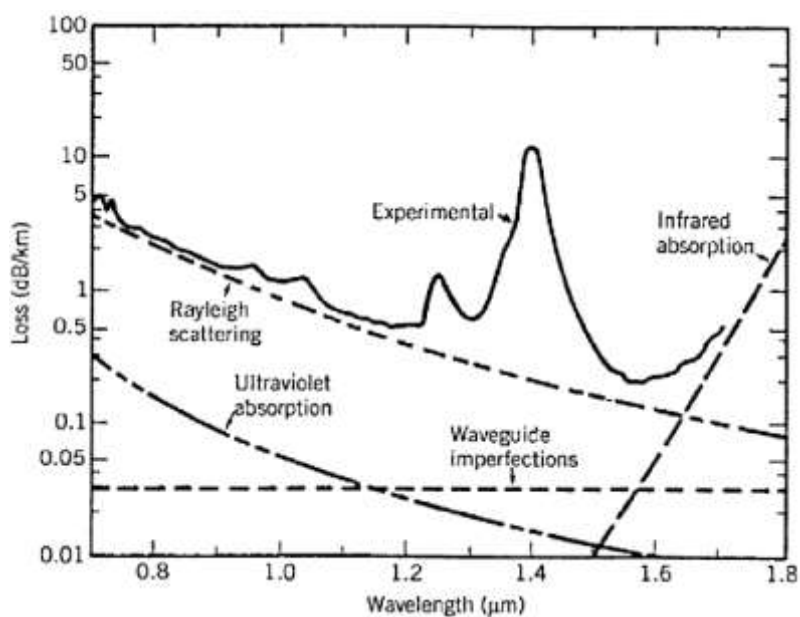


FIG : Absorption des fibres optiques

Diffusion : La lumière est diffusée dans différentes directions par les irrégularités microscopiques de la fibre, provoquant une perte de puissance dans le mode de propagation principal. Elle se produit aussi lorsque la lumière est dispersée dans différentes directions en raison des imperfections microscopiques dans la structure de la fibre. Ces imperfections peuvent être des fluctuations de densité, des impuretés, ou des défauts dans la composition chimique. La diffusion contribue à la perte de signal, en particulier sur de longues distances de transmission.



FIG : Diffusion des fibres optiques

- **Confinement imparfait :** Une petite quantité de lumière s'échappe du cœur de la fibre et se propage dans la gaine, ce qui n'est pas souhaitable.
- **Perte par dispersion :** La dispersion provoque une déformation du signal lumineux pendant sa propagation dans la fibre. Elle peut être causée par la dispersion chromatique (variation de la vitesse de propagation en fonction de la longueur d'onde) ou la dispersion modale (variation de la vitesse de propagation entre différents modes de lumière dans les fibres multimodes). La dispersion peut entraîner un élargissement du signal lumineux, ce qui limite la capacité de transmission de la fibre.
- **Perte par courbure :** Lorsque la fibre est courbée, une partie de la lumière peut s'échapper de la fibre en raison du phénomène de réflexion

interne totale. Plus la courbure est serrée, plus la perte est importante. Les fibres optiques sont conçues pour minimiser ce type de perte en ayant un rayon de courbure minimal spécifié.

Pertes extrinsèques :

Causées par des facteurs externes à la fibre, elles incluent :

- **Épissures et connecteurs :** Les imperfections au niveau des épissures et des connecteurs provoquent la diffusion et la réflexion de la lumière, entraînant des pertes. Lorsque deux fibres optiques sont connectées ou épissées ensemble, une partie de la lumière peut être réfléchie ou dispersée aux interfaces, entraînant une perte de signal. Des connecteurs et des techniques d'épissure de haute qualité sont utilisés pour minimiser



FIG : Pertes d'épissure de fibres optiques

- **Microcourbure:** Des courbures microscopiques de la fibre, dues à des contraintes externes ou à une installation incorrecte, induisent des pertes par diffusion.
- **Macrobendages:** Des courbures plus importantes de la fibre, comme lors d'un enroulement serré, provoquent des pertes importantes par confinement imparfait et par diffusion.
- **Domages à la fibre:** Des rayures, des fissures ou des fractures sur la surface de la fibre peuvent entraîner des pertes importantes.

Mesure des pertes:

L'atténuation, exprimée en décibels par kilomètre (dB/km), est une mesure courante des pertes de fibres optiques. Elle représente la diminution de puissance du signal par kilomètre de fibre. Les fibres optiques modernes présentent une atténuation très faible, de l'ordre de 0,2 dB/km pour les fibres monomodes à faible dispersion sur des longueurs d'onde spécifiques.

Minimisation des pertes :

Plusieurs techniques permettent de minimiser les pertes dans les fibres optiques :

- **Perfectionnement des procédés de fabrication :** Réduire les impuretés et les défauts dans la fibre pour une absorption et une diffusion moindres.
- **Conception optimisée de la fibre :** Optimiser le profil d'indice et la géométrie de la fibre pour un meilleur confinement de la lumière.
- **Épissures et connecteurs de haute qualité :** Utiliser des composants de haute qualité et des techniques d'épissage et de connexion précises pour minimiser les pertes.
- **Installation soignée :** Éviter les microcourbures et les macrobendages lors de l'installation et de la manipulation de la fibre.
- **Protection de la fibre :** Protéger la fibre contre les dommages physiques et les environnements agressifs.

En comprenant les différents types de pertes de fibres optiques et en mettant en œuvre des techniques de minimisation appropriées, il est possible de réaliser des transmissions par fibre optique sur de longues distances avec une atténuation minimale et une qualité de signal optimale.

En conclusion, la compréhension et la gestion des phénomènes de dispersion et de pertes dans les fibres optiques sont essentielles pour assurer des performances optimales des réseaux de communication optique, permettant ainsi une connectivité rapide, fiable et à haut débit dans notre monde interconnecté.