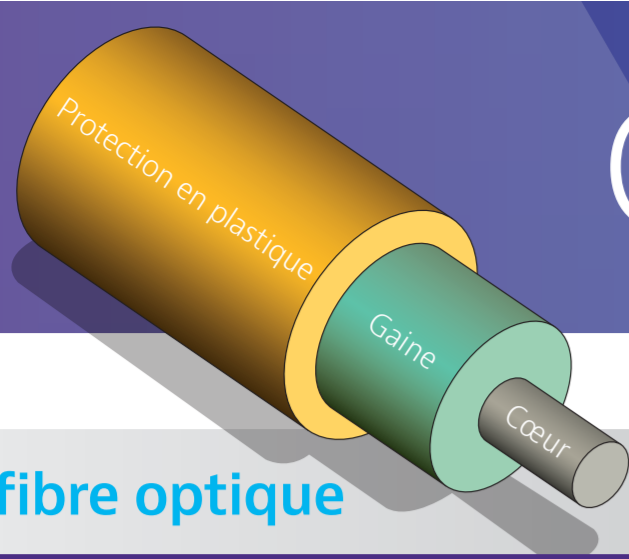


Comprendre la fibre optique



Types de fibre optique

| Type principal | Caractéristiques | Dimensions typiques | Propagation de la lumière | Profil d'indice |
|-------------------------------|---|---|---------------------------|-----------------|
| Monomode | - Atténuation faible - Longueurs d'onde de transmission de 1260 à 1640 nm - Réseaux d'accès/moyenne distance/longue distance (> 200 km) - Bande passante quasi infinie | 8 µm à 12 µm / 125 µm / 250 à 900 µm | | |
| Multimode (gradient d'indice) | - Atténuation élevée - Longueurs d'onde de transmission de 850 à 1300 nm - Réseaux locaux (< 2 km) - Bande passante limitée | 50 µm / 62,5 µm / 125 µm / 250 à 900 µm | | |

Indice de réfraction : caractéristique d'un matériau, influant sur la propagation de la lumière dans ce matériau. n_1 et n_2 sont les indices de réfraction respectifs de la gaine et du cœur. La lumière parcourt la fibre si $n_1 < n_2$.
Profil d'indice : variations de l'indice de réfraction le long du diamètre de la fibre.

| Norme fibre UIT | Description | Applications |
|--|---|--|
| G.651 | Caractéristiques d'un câble de fibre optique multimode à gradient d'indice de 50/125 nm | Réseaux vidéo et de communication de données sur site Transmission jusqu'à 10 GE dans les réseaux LAN (jusqu'à 300 m) Couverture en longueur d'onde : 850 à 1300 nm |
| G.652 Classe A/B G.652 Classe C/D | Caractéristiques de la fibre optique et du câble monomodes | Des réseaux d'accès aux réseaux longue distance ; prise en charge de transmissions haut débit (> 10 GE, etc.) ; adapté aux systèmes DWDM et CWDM Couverture en longueur d'onde : 1260 à 1625 nm |
| G.655 Classe C G.655 Classe D G.655 Classe E | Caractéristiques de la fibre optique et du câble à dispersion décalée non nulle | Applications de transmission haut débit pour STM-64/OC-192 (10 G) sur des distances plus longues ; adapté aux systèmes STM-256/OC-568 (40 G) ; prise en charge des applications de transmission DWDM dans les bandes C+L Couverture en longueur d'onde : 1550 à 1625 nm |
| G.657 Classe A G.657 Classe B | Caractéristiques de la fibre optique et du câble monomodes pour les réseaux d'accès insensibles aux pertes par courbure | Compatible avec les installations de réseaux d'accès optimisées avec rayons de courbure très faibles dans les systèmes de gestion de la fibre optique, en particulier pour les installations en intérieur et en extérieur, surtout dans les réseaux FTTH Couverture en longueur d'onde : 1260 à 1625 nm |

Câbles à fibre optique typiques

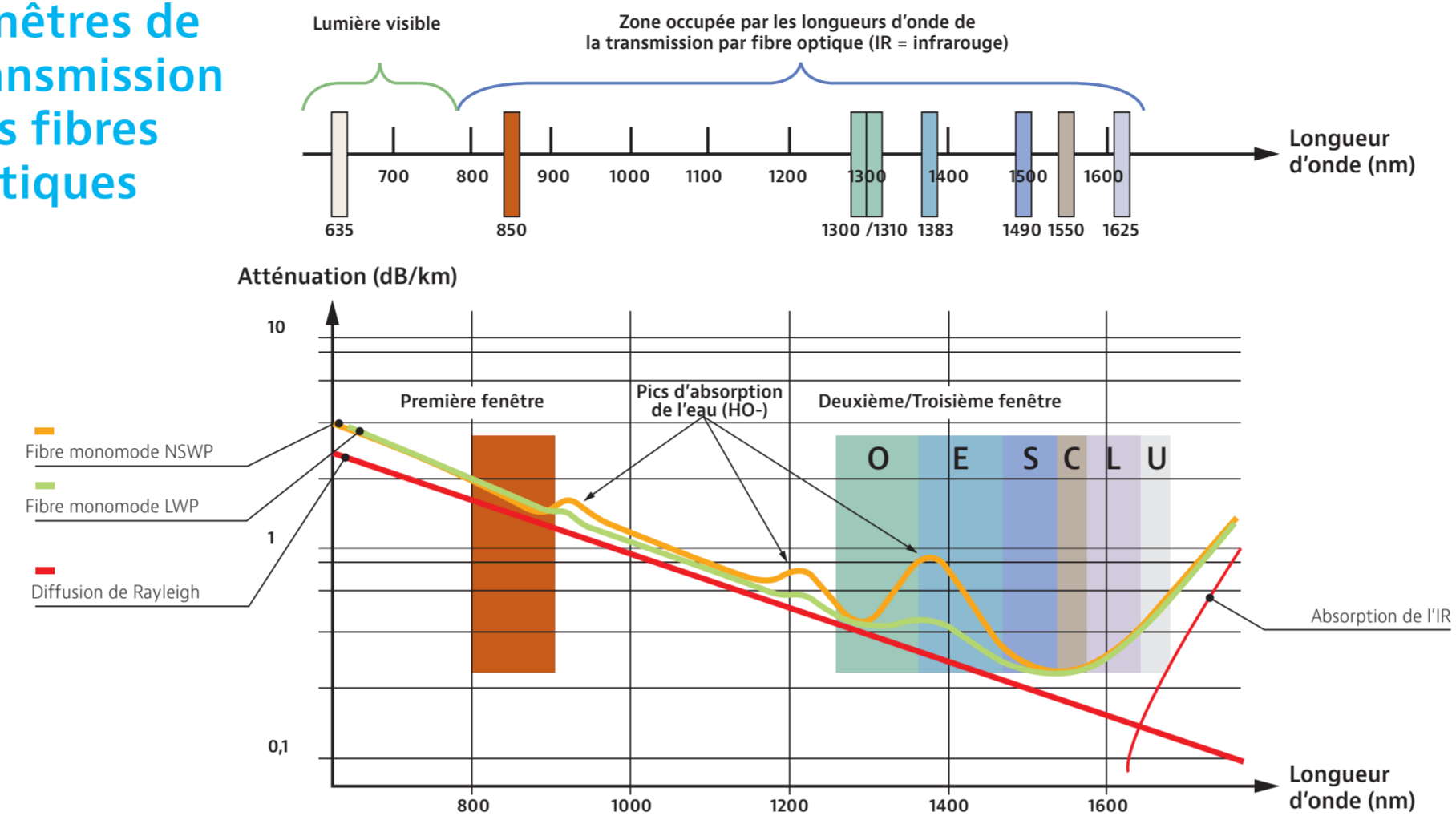
Un câble se compose de fibres optiques entourées de matériaux qui leur fournissent une protection mécanique et environnementale.

Câbles à tubes à structure lâche (Intérieur)
 Remplisseurs potentiels : Gaine extérieure, Fil d'aramide, Cœur rempli de gel, Gaine thermoplastique, Gel anti-humidité, Élément de renforcement en aramide, Élément central.
 Applications : salles informatiques, centraux téléphoniques, tunnels et espaces confinés, colonnes montantes.

Câbles à tubes à structure libre (Extérieur)
 Remplisseurs potentiels : Gaine extérieure, Fil d'aramide, Cœur rempli de gel, Gaine thermoplastique, Gel anti-humidité, Élément de renforcement en aramide, Élément central.
 Applications : connexions entre plusieurs bâtiments, télécommunications, transfert de données haut débit, réseau sur site, etc.

Câbles à fibres en ruban
 Remplisseurs potentiels : Élément de renforcement diélectriques, Tube de protection, Ruban.
 Applications typiques : interconnexions d'équipements, transfert de données haut débit, réseau sur site, etc.

Fenêtres de transmission des fibres optiques



| Bande | Description | Plage de longueur d'onde |
|-------|---|--------------------------|
| O | Originale (deuxième fenêtre) | 1260 à 1360 nm |
| E | Élargie | 1360 à 1460 nm |
| S | Longueurs d'onde courtes | 1460 à 1530 nm |
| C | Conventionnelle (« fenêtre de l'erbium ») | 1535 à 1565 nm |
| L | Longueurs d'onde longues | 1565 à 1625 nm |
| U | Longueurs d'onde ultra-longues | 1625 à 1675 nm |

L'atténuation est le résultat de divers mécanismes de diffusion et d'absorption et dépend de la longueur d'onde.

- Les fibres optiques monomodes fonctionnent sur une vaste gamme de longueurs d'onde : la mesure de l'atténuation est donc effectuée en fonction de la longueur d'onde, typiquement entre 1200 nm et 1625 nm.
- La transmission par fibre optique utilise les trois fenêtres optiques (850, 1300, 1550 nm) fournies par les caractéristiques de l'atténuation des fibres de silice.
- De plus, une lumière à 635 nm est utilisée pour le repérage visuel des défauts.
- Les tests de la fibre à distance utilisent une longueur d'onde de 1625 nm ou supérieure afin d'éviter de perturber le trafic.

Diffusion de Rayleigh : l'énergie lumineuse est diffusée dans toutes les directions, ce qui cause des pertes.
NSWP : pic d'absorption de l'eau non supprimé.
LWP : faible pic d'absorption de l'eau (par ex. fibre optique G.652.D)

Connecteur optique

| Types de connecteurs* | Nom | Applications |
|-----------------------|---|---|
| | FC-PC / FC-APC | Communication de données, télécommunications, CATV |
| | SC-PC / SC-APC | Communication de données, télécommunications, CATV, LAN |
| | E2000-PC / E2000-APC | Communication de données, télécommunications, CATV, LAN et capteurs à fibre optique |
| | LC-PC / LC-APC (Diamètre de la ferrule : 1,25 mm) | Interconnexion haute densité, communication de données, télécommunications, CATV |
| | ST-PC | Connexions inter/intra-bâtiments, sécurité, marine, communication de données, LAN |
| | MU-PC / MU-APC | Communication de données, télécommunications, CATV |
| | MTP-MPO (Connecteurs ruban à fibres optiques) | Datacenters, connexions inter/intra-bâtiments, LAN |
| | OptiTap®-PC / Optitap®-APC | Télécommunications FTTH extérieures |

* Liste non-exhaustive



Inspection des connecteurs optiques

Le nettoyage des connecteurs est essentiel. Un connecteur sale accroît considérablement la perte de puissance. Inspectez votre connecteur avant et après nettoyage à l'aide d'un vidéoscope.

Transmission optique

Budget de liaison

Quand vous installez un réseau fibre optique, tenez compte de la topologie du réseau et des caractéristiques de l'équipement. Un paramètre important à mesurer est le budget de perte optique, ou la perte de liaison optique de bout en bout. Prenez en compte la source, le détecteur et la ligne de transmission optique quand vous calculez le budget de perte optique d'une liaison fibre optique.

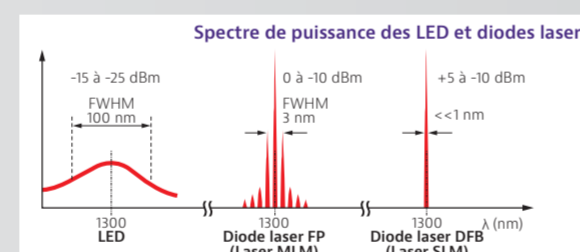
Exemple d'un système monomode typique
 (1) Puissance optique de sortie moyenne de l'émetteur (Tx) : 0 dBm
 (2) Sensibilité minimale du récepteur (Rx) : -20 dBm
 (1) - (2) Budget de perte optique maximal : 20 dB



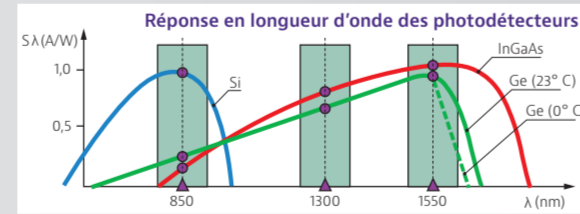
Le budget de perte optique doit prendre en compte la perte de liaison et les marges de puissance du système pour intégrer les effets de l'environnement, du vieillissement et des réparations potentielles.

Utilisez les valeurs typiques des divers composants pour calculer les budgets de perte de liaison.

- A** Perte totale des connecteurs = 0,5 dB x nombre de paires de connecteurs
- B** Perte totale de la fibre = perte par km x longueur de la fibre
 1310 nm = 0,35 dB/km
 1550 nm = 0,2 dB/km
- C** Perte totale des épissures = 0,1 dB x nombre d'épissures
- D** Perte totale des autres composants = perte x nombre de composants
 Épissure mécanique = 0,5 dB
 Coupleur 1:2 = 3,5 dB
 Coupleur 1:32 = 17 dB



Le type de fibre utilisé et les caractéristiques de la source limitent la performance du système. Plus la largeur spectrale de la diode source est étroite, plus la bande passante en fréquence/le débit du système est élevé.
LED : systèmes courte distance et bas débit (réseaux LAN) utilisant des fibres multimodes.
Diode laser : systèmes longue distance et haut débit utilisant des fibres monomodes. Les lasers en mode longitudinal (MLM), aussi appelés lasers Fabry-Perot (FP), et les lasers à un seul mode longitudinal (SLM) ou les lasers à rétroaction répartie (DFB) sont utilisés pour ces applications.



Si : Silicium pour les applications dans le spectre visible (400 à 1 000 nm)
Ge : Germanium pour les applications dans les fenêtres optiques (150 à 1 600 nm)
InGaAs : Arsénure de gallium et d'indium pour les applications dans les fenêtres optiques (> 1 000 nm)

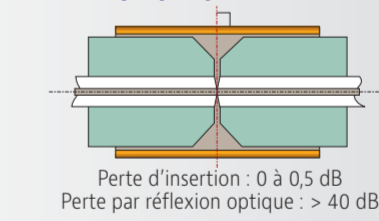
Unités de mesure : Watts, dB ou dBm

| Puissance absolue (mW) | Puissance absolue (dBm) |
|------------------------|-------------------------|
| 1000 | +30 |
| 100 | +20 |
| 10 | +10 |
| 5 | +7 |
| 1 | 0 |
| 0,5 | -3 |
| 0,1 | -10 |
| 0,01 | -20 |
| 0,001 | -30 |
| 0,0001 | -40 |

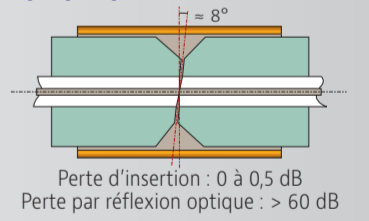
| Perte (dB) | Puissance (%) |
|------------|---------------|
| -0,10 | 2 |
| -0,20 | 5 |
| -0,35 | 8 |
| -1 | 20 |
| -3 | 50 |
| -6 | 75 |
| -10 | 90 |
| -20 | 99 |

dB : mesure le gain ou la perte
 $dB = 10 \log \frac{P_1}{P_2}$ (P_1 et P_2 exprimés en Watts)
dBm : spécifie des niveaux de puissance absolue
 $P(dBm) = 10 \log \frac{P}{1 mW}$ (P , exprimé en mW)

Connecteur à contact physique (PC)



Connecteur à contact physique incliné (APC)



Perte d'insertion (IL) : perte de puissance du signal transmis suite à l'insertion d'un composant dans une liaison fibre optique.
Perte par réflexion optique (ORL) : rapport de la puissance réfléchie sur la puissance incidente, à propos d'une liaison ou d'un système optique, exprimé sous la forme d'une valeur positive.

Couplage des connecteurs

