

# Introduction Aux Télécommunications - Fibre Optique

Aubin SIONVILLE

Télécom St Etienne 2023-2024

## Rappels d'optique

### Indice optique

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$$

### Ouverture numérique

Angle maximal d'incidence  $\theta_0$  pour lequel la lumière reste dans le cœur de la fibre

## Lois de la réfraction

$$n_0 \sin(\theta_0) = n_1 \sin(\theta_L) = n_1 \sin\left(\frac{\pi}{2} - i_l\right) = n_1 \cos(i_l)$$

Donc

$$\sin(\theta_0) = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_0}$$

Où  $n_0$  est l'indice de l'air,  $n_1$  l'indice du cœur et  $n_2$  l'indice de la gaine.

## Propagation dans une fibre optique

### Vitesse de groupe

$$v_g = v_\phi \cos(\theta) = \frac{c}{n} \cos(\theta)$$

### Paramètre de dispersion intermodale $\Delta t$

Différence de temps de propagation entre le mode le plus rapide et le plus lent

### Bande passante

$$BP = \frac{1}{2\Delta t}$$

### Mode de propagation

Un mode de propagation correspond à un rayon lumineux avec une inclinaison donnée

Si la durée  $T_b$  entre 2 impulsions est trop faible, les signaux se recouvrent (Interférence Inter Symbole) Il faut alors augmenter la période du signal numérique

### Bande passante $\times$ longueur (en MHz.km)

$$BP \times L = \frac{1}{2\Delta t} \times L = \frac{c}{2n_1 \left(\frac{n_1}{n_2} - 1\right)}$$

### Atténuation linéique $\alpha$

$$\text{En entrée : } P_e = P(0)$$

$$\text{En sortie : } P_s = P(L) = P(0) \cdot 10^{-\alpha L/10}$$

# Les différents types de fibres optiques

## Fibre optique à saut d'indice

$$n_1 \neq n_2$$

Trajets des rayons très variables

Atténuation importante

Deux trajets trop rapprochés se superposent

Ok pour courtes distances

## Fibre optique à gradient d'indice

$n_1$  évolue dans le cœur

Trajectoires curvilignes

Moins de rebonds donc moins de changements brusques donc moins de pertes

Temps de propagations quasi-égaux

Ok pour moyennes distances

## Fibre optique monomode

Parcours de la lumière presque longitudinal

Nécessite une source monochromatique (laser)

Coût élevé