

U.E. : Réseaux et Communications Optiques

Professeur : Kamal GHOUMID.

Contact : kghoumid@ump.ac.ma

1. Descriptif détaillé du cours :

- Ch I : Généralités sur les Télécommunications Optiques :

- Survol sur les télécoms optiques.
- Historiques, Principes des communications optiques.
- Apparition des télécoms optiques.
- Communications optiques analogiques et numériques.
- Intérêt du support optique pour la transmission de l'information.
- Fenêtres des télécoms optiques.
- Atténuations, Débits et Bandes passantes dans le monde des télécoms optiques.

- Ch II : La Fibre Optique. :

- Spectre électromagnétique, champ électrique, Champ magnétique, Équations de Maxwell...
- Rappel sur la propagation dans un guide d'onde plan symétrique et asymétrique.
- Fibre optique en tant que guide d'onde, modes et constantes de propagation.
- Fibre optique à saut d'indice, à gradient d'indice.
- Fibre optique monomode, multimodes.
- Techniques de fabrication des fibres optiques.
- Absorption et diffusion dans les fibres optiques.

- Pertes de propagation.
- Pertes dans les liens de fibre optiques : courbure, épissures, fusion, connexion ...
- Mesures des pertes.

- **Ch III : Émetteurs/Récepteurs Electro-Optiques :**
 - Rappel sur les semi-conducteur, semi-conducteur à gap directe et indirecte.
 - Sources de lumière à semi-conducteur.
 - Électroluminescence et gain dans les semi-conducteur.
 - Confinement optique, Confinement électrique.
 - Émetteurs électro-optiques : Diodes électroluminescentes, Diodes lasers.
 - Récepteurs électro-optiques : Photodiode PIN, Diode à avalanche.
 - Sources de bruit et rapport signal sur bruit.

- **Ch IV : Télécommunications à Grandes Distances par Voie Optique :**
 - Synoptique générale d'une transmission numérique par voie optique.
 - Description des éléments du système de télécom optique et leurs principes de fonctionnement.
 - Problèmes liés aux télécoms optiques et solutions proposées.
 - Dispersion chromatique, Dispersion guide d'onde, Dispersion matériau, Dispersion intermodale, ...
 - Amplificateur optique.

- **Ch V : Performances des Communications Optiques : Probabilité d'Erreur et Int**
 - Impact de la dispersion sur le débit binaire.
 - Impact de la dispersion sur la bande passante.
 - Bilan de puissance.
 - Bilan de bande passante.
 - Détection des signaux optiques binaires.
 - Codage optique de l'information.
 - Modulations numériques utilisées en transmission optique.
 - Diagramme de l'œil.
 - Calcul de probabilité d'erreur et du TEB des systèmes optiques.
 - Multiplexage optique WDM/DWDM, ...

- **Ch VI : Modulation Electro-Optique :**
 - Effet Pockel, Effet Kerr.
 - modulation de la lumière.
 - Modulateur Mac Zhender.

- Modulations de phase M-PSK et modulations combinées M-QAM.
- Modulateur d'intensité électro-optique.

- Ch VII : **Dispositifs de Filtrage Optique** :
 - Propagation de la lumière dans guide d'onde à modulation d'indice.
 - Traitements par couches diélectriques.
 - Filtres de Bragg.
 - Bande passante, Reflectivité.
 - Filtres de fréquences optiques.
 - Filtres accordable en longueur d'onde.

- Ch VIII : **Réseaux Tout Optique, Réseaux Hauts Débits** :
 - Capacité de transmission, croissante en bande passante et en débit.
 - Solution optique.
 - ATM, SDH.
 - WDM, DWDM, OTDM ...
 - Coupleurs optiques, Amplificateurs optiques, commutateurs ...
 - Réseaux optiques de future.
 - Réseaux de communications optiques.
 - Architecture pour les réseaux métropolitains et les réseaux locaux.
 - Réseaux de transport "tout-optique".
 - Réseaux d'accès optiques.
 - Routage optique.
 - Planification des réseaux optiques.
 - Gestion de la capacité, la fiabilité, Disponibilité, l'assignation des longueurs d'onde, ...

- Ch IX : **Réseaux Sans Fils Optiques "Radio-over-Fiber" (RoF)** :
 - Fibre optique dans systèmes hauts débits.
 - Architecture des systèmes RoF.
 - Génération de fréquences radio par voie optique.
 - Modulations BPSK, QPSK, QAM, ... à base de modulateurs Mach Zehnder.
 - Étude de quelques structures RoF.

2. **Travaux Dirigés** :

- Voir les séries de TD.

3. Travaux Pratiques (en cours de préparation) :

- TP de mesure : Fibre optique : Modes de propagation, Coefficient d'atténuation ...
- TP de mesure : Transmission optique d'un signal vocale, Modulateur électro-optique.
- TP de simulation : Transmission numérique par voie optique : Débit, Bande passante, Effet d'atténuation, Effet de dispersion, Diagramme de l'œil ...
- TP de simulation : Multiplexage en longueur d'onde WDM.

*** Bibliographie :**

1. I. Joindot et M. Joindot, 'Les télécommunications par fibres optiques', Dunod, 1996.
2. P. Lecoy, 'Télécoms sur fibres optiques', Hermès - Lavoisier, 3^e édition, 2007.
3. Govind P. Agrawal, 'Fiber-Optic Communication Systems', 3rd edition, John Wiley & Sons, 2002.
4. Gerd Keiser, 'Optical Communications Essentials', McGraw-Hill Companies, 2003.
5. Polycopiés distribués en cours.