

Table des matières

Avertissement	V
I - Introduction générale	1
1. Le guidage de la lumière	1
2. La fibre optique actuelle	2
3. Un peu d'histoire	4
4. Le fibroscope	5
5. Le laser	5
6. La découverte des grandes transparences	6
7. Le développement des guides de lumière	7
8. Les différents types de fibres optiques	8
9. Les caractéristiques de propagation de la lumière dans une fibre optique	9
10. Modèle de liaison optique guidée	11
11. Segment de liaison optique, distance maximale couverte	11
12. Les avantages et les inconvénients caractéristiques des fibres optiques	12
13. Les applications des fibres et des câbles optiques	14
II - La lumière	16
<i>A. La lumière est composée de photons</i>	16
1. La transparence et l'opacité	19
2. La diffusion de Rayleigh	20
3. Les diffusions Raman et Brillouin	21
<i>B. La lumière est une onde</i>	22
1. Qu'est-ce qu'une onde électromagnétique ?	22
2. L'indice de réfraction	24
3. La forme transversale du champ	24
4. Définitions	26
5. L'équation des ondes	27
6. Le théorème de réciprocité	28
7. Remarques générales	28
8. L'onde et les photons	29
<i>C. La lumière est composée de rayons</i>	29
1. L'affaiblissement en fonction de la distance	30
2. La réflexion et la réfraction	31
3. La réflexion totale	33
4. Le principe de conservation de l'étendue	34
<i>D. Compléments d'optique scalaire</i>	34
1. Les coefficients de réflexion de Fresnel	34
2. La diffraction par les ouvertures	37

III - La fibre à saut d'indice (S.I.)	39
1. La structure de guidage	39
2. Les rayons de cœur méridiens	39
3. Les rayons de cœur hélicoïdaux	41
4. Les rayons de gaine	44
5. L'existence des modes de propagation	44
6. L'ouverture numérique	45
7. L'affaiblissement en fonction de la distance et la perte de courbure	45
8. La capacité de débit d'information	48
9. Les modes effectivement propagés dans les fibres réelles moyennes	50
10. Les conséquences pratiques du couplage des modes	51
IV - La tige diélectrique homogène	54
1. Introduction	54
2. Le nombre d'onde axial β	55
3. La représentation graphique des solutions exactes	56
4. Le nombre de modes guidés	58
5. La dispersion modale	58
6. La puissance dans la gaine	60
V - La tige diélectrique inhomogène	61
1. Introduction	61
2. L'équation eikonale et les trajectoires sinusoïdales	63
3. L'approximation W.K.B.	64
3.1. Le nombre de modes	65
3.2. L'expression des champs et le nombre d'onde axial β	66
3.3. La condition de propagation à mode guidé unique	67
4. La dispersion modale	67
VI - Les matériaux et la fabrication des fibres	71
1. Matériaux pour les structures de guidage (à la recherche de la transparence)	71
2. Les choix possibles (tout verre ou verre et plastique)	76
3. Le verre en général	78
4. La production du verre	80
5. La fabrication des fibres optiques	80
5.1. Les méthodes verrières	80
5.2. Les méthodes modernes	82
Fabrication discontinue et fabrication continue - Fibrage et habillage.	
VII - Les câbles optiques et leur connexion	87
1. La diversité des emplois	87
2. La structure classique	87
3. La structure en ruban	88
4. La structure hélicoïdale rainurée	89
5. Les jonctions (épissures et connexions)	89

VIII - Les sources de lumière pour le guidage optique	93
1. Généralités sur les besoins et les moyens pratiques	93
2. Les diodes à semi-conducteurs	95
3. Les réalisations pratiques	101
3.1. Les D.E.L.	101
3.2. Les L.S.C., lasers d'injection	102
4. Les lasers d'état solide, utilisant des ions 3^+	105
4.1. Généralités	105
4.2. Le YAG - Nd ⁺⁺⁺	106
4.3. Perspectives	107
IX - Le couplage de la source au guide de lumière	108
1. Généralités	108
2. La photométrie et le système énergétique	109
2.1. Le système énergétique de rayonnement global	109
2.2. Les unités énergétiques de rayonnement monochromatique ..	113
2.3. Le radiateur solaire	113
3. La diode électroluminescente (DEL) à rayonnement normal	114
4. La D.E.L. à rayonnement latéral et la diode laser	117
5. Le couplage d'un laser à une fibre monomode	118
X - Les détecteurs optiques	119
1. Généralités	119
2. Fonctionnement des photodiodes	121
3. La photodiode PIN	124
4. La photodiode PDA (photodiode à avalanche)	126
5. Le bruit dans les photodiodes	126
5.1. Énumération des bruits	127
5.2. Importances relatives et effets de divers bruits	128
6. Vitesse de réponse et temps de transit	130
7. Etat de l'art en matière de photodiodes	130
8. Performances des photodiodes dans les récepteurs	131
XI - La modulation, les modulateurs et commutateurs de lumière	133
1. Généralités	133
1.1. Les caractéristiques modulables	134
1.2. Le choix du format	134
2. Le couplage de deux guides de lumière par onde évanescente	136
3. Les modulateurs-coupleurs directionnels par interférence entre deux guides	140
4. Les modulateurs-coupleurs directionnels par réseau de diffraction ..	142
5. Conclusions	145
XII - Les transmissions numériques	146
1. Généralités	146
2. Les modulations numériques d'impulsion	147
3. Principales caractéristiques d'une liaison numérique	150

4. Codes de transmission en télécommunication (NRZ - RZ - CMI - HDB3)	151
5. La réception numérique	154
XIII - Les applications particulières	159
1. La fibre optique est isolante	159
2. L'intensité de la lumière sortant d'une tige diélectrique donnée est sensible à l'indice de réfraction du milieu extérieur	159
3. La phase de la lumière sortant d'un guide optique permet d'observer la variation des caractéristiques de l'environnement	161
3.1. L'hydrophone à fibre optique	162
3.2. Le gyroscope à fibre optique	163
XIV - Les petits systèmes	167
1. Introduction sur les deux premières générations de composants	167
2. L'étude d'un projet de petit système	168
3. Applications numériques	169
4. Résumé relatif à la dispersion	173
XV - Les grands systèmes	179
A. L'expérimentation de Biarritz	179
1. L'évolution des télécommunications en France	179
2. La nécessité de l'expérience	180
3. Les buts généraux de l'expérimentation de Biarritz	182
4. L'ampleur de l'expérience	182
5. L'organisation générale du système	183
6. L'installation chez l'abonné	183
7. La gamme des services nouveaux	186
8. Conclusions	188
B. Les câbles sous-marins	189
1. Les télécommunications mondiales et les câbles sous-marins	189
2. La complémentarité câble sous-marins - satellite	192
3. Les câbles sous-marins Europe, Etats-Unis à travers l'Atlantique Nord	193
4. Les prochains câbles transatlantiques T.A.T.	194
5. Le système français «S 280»	195
6. Le réseau extérieur français en Europe et Méditerranée	198
XVI - Les perspectives d'avenir des systèmes optiques câblés	199
1. Guides optiques, matériaux et longueurs d'onde	199
2. Sources et détecteurs de lumière, les principaux composants	201
3. Les grandes distances et les grandes bandes passantes	202
4. Nouvelles directions de recherches	202
5. Le développement des systèmes optiques	205
Principaux symboles et abréviations	207
Références	209
Index alphabétique	210