

N° d'ordre : 22/2016-D/PH

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène**

**Faculté de physique**



**THESE**

Présentée pour l'obtention du **grade de DOCTEUR EN SCIENCES**

**En : PHYSIQUE**

**Spécialité : Electronique Quantique**

**Par : MEDJOURI Abdelkader**

**Sujet**

**ETUDE DES FIBRES OPTIQUES MICROSTRUCTUREES ET DE LEURS  
APPLICATIONS AUX SYSTEMES OPTOELECTRONIQUES**

Soutenue publiquement, le 25/10/2016, devant le jury composé de:

Mme Fawzia MEKIDECHE-CHAFA	Professeur à l'USTHB	Président
M. Omar ZIANE	Professeur à l'USTHB	Directeur de thèse
M. Azzedine BOUDRIOUA	Professeur, U. Paris 13	Co-Directeur de thèse
M. Nacer Eddine DEMAGH	Professeur, U. Sétif	Examineur
M. Hakim DJELOUAH	Professeur à l'USTHB	Examineur
M. Omar LAMROUS	Professeur à l'UMMTO	Examineur
M. Lotfy Mokhtar SIMOHAMED	Professeur à l'EMP	Invité

# Table des matières

## Remerciements

## Table des matières

## Liste des figures

## Liste des acronymes

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre I</b>	
Etat de l'art sur les fibres optiques microstructurées et leurs applications aux systèmes optoélectroniques	4
1. Introduction .....	5
2. Bref historique .....	5
3. Applications des FOM aux systèmes de télécommunications .....	7
3.1 Lignes de transmission .....	8
3.2 FOM compensatrices de dispersion .....	8
3.3 Conversion de la longueur d'onde .....	9
3.4 Démultiplexage .....	9
4. La génération de supercontinuum .....	9
5. Les capteurs .....	10
6. L'interférométrie stellaire .....	11
7. Les lasers .....	12
8. Guidage d'ondes Térakertz .....	13
9. Conclusion .....	14
Références bibliographiques .....	14
<b>Chapitre II</b>	
Principales propriétés des fibres optiques microstructurées	20
1. Introduction .....	21
2. Structure d'une FOM .....	21
3. Fabrication des FOM .....	22
4. Mécanismes de guidages dans les FOM .....	23
4.1 Guidage par réflexion totale interne modifiée (RTIM) .....	23
4.2 Guidage par effet de bande photonique interdite (par résonance transverse) .....	24
5. Propriétés linéaires des FOM .....	26
5.1 Caractère indéfiniment monomode .....	28
5.2 Les pertes de propagation .....	29
5.2.1 Pertes par absorption .....	30
5.2.2 Pertes par diffusion .....	30
5.2.2.1 Diffusion Rayleigh .....	31
5.2.2.2 Diffusion de Mie .....	31
5.2.3 Pertes par confinements .....	32
5.2.4 Pertes par courbure .....	33
5.3 La dispersion chromatique .....	36

5.4 La biréfringence de phase .....	38
5.5 L'aire effective de mode .....	39
6. Conclusion.....	40
Références bibliographiques.....	40

### **Chapitre III**

Modélisation des fibres optiques microstructurées	43
1. Introduction .....	44
2. Méthode de l'indice effectif (Effective Index Method: EIM) .....	44
3. Méthode des fonctions de base localisées (Localized Functions Method: LFM) .....	45
4. Méthode de décomposition en ondes planes (Plane Wave Method: PWM) .....	46
5. Méthode multipolaire (Multipole Method: MPM) .....	48
6. Méthode des différences finies dans le domaine temporel .....	49
6.1 Stabilité numérique .....	50
6.2 Conditions aux limites .....	51
7. Méthode des différences finies dans le domaine fréquentiel .....	52
8. Méthode des éléments finis (Finite Element Method: FEM) .....	54
9. Méthode des faisceaux propagés (Beam Propagation Method: BPM) .....	55
10. Méthode d'indice moyenné en azimut (Equivalent Averaged Index Method: EAIM) .....	56
11. Conclusion .....	58
Références bibliographiques .....	59

### **Chapitre IV**

Résultats de la modélisation des FOM par la méthode des différences finies (FDTD et FDFD)	61
1. Introduction .....	62
2. FOM à trous d'air carrés .....	62
2.1 Structures et paramètres opto-géométriques .....	63
2.2 Résultats de simulations .....	64
2.2.1 Pertes par confinement .....	64
2.2.2 La dispersion chromatique .....	65
2.2.3 La biréfringence .....	66
2.2.4 FOM hautement biréfringente .....	67
2.2.5 Contrôle de la dispersion chromatique .....	70
3. FOM à large aire effective .....	72
3.1 Structure et paramètres opto-géométriques .....	74
3.2 Effets de la courbure .....	78
4. Conclusion .....	83
Références bibliographiques .....	84

### **Chapitre V**

Génération du supercontinuum dans les FOM	86
1. Introduction .....	87
2. Processus de la génération du supercontinuum .....	87

2.1 La génération du supercontinuum dans les fibres conventionnelles .....	88
2.2 La génération du supercontinuum dans les FOM .....	89
3. Effets non-linéaires dans la génération du supercontinuum .....	89
3.1 Polarisation non linéaire .....	90
3.2 L'automodulation de phase .....	91
3.3 La modulation de phase croisée .....	92
3.4 Les effets solitoniques .....	93
3.4.1 La fission solitonique .....	94
3.4.2 L'autodécalage en fréquence des solitons .....	95
3.4.3 Génération d'ondes dispersives .....	97
3.5 La diffusion Raman .....	98
3.6 Synthèse de contributions des effets non linéaires dans la génération du supercontinuum .....	100
4. Modélisation numérique de la génération du supercontinuum .....	101
5. Simulation de la génération de supercontinuum dans les FOM .....	104
5.1 FOM à coeur troué .....	104
5.2 Fibre microstructurée à coeur suspendu à base de ZBLAN .....	111
6. Conclusion .....	119
Références bibliographiques .....	120
<b>Conclusion générale</b> .....	124
<b>Liste des publications</b>	