

Table des matières

Introduction générale	vii
1 Imager, résoudre et agrandir : le microscope	1
1.1 Une vision unifiée des systèmes d'imagerie optique	1
1.1.1 Introduction : du microscope au lecteur DVD	1
1.1.2 Microscopie plein champ et à balayage	3
1.1.3 Réciprocité	4
1.2 Le microscope à balayage	5
1.2.1 Formation de l'image	5
1.2.2 La résolution	7
1.2.3 Le grandissement	10
1.3 Les nouvelles microscopies optiques	10
1.3.1 Amélioration du contraste	11
1.3.2 Amélioration de la résolution	14
1.4 Conclusion	16
2 Optique adaptative	19
2.1 Formation d'images	19
2.1.1 L'optique géométrique	19
2.1.2 La diffraction	22
2.2 Aberrations	23
2.2.1 Aberrations optiques	23
2.2.2 Milieux non homogènes aberrants	26
2.2.3 Qualité des images	27
2.3 Optique adaptative	27
2.3.1 Correction de surface d'onde	29
2.3.2 Mesure de surface d'onde	31
2.3.3 Etoile guide	33
2.4 Optique adaptative en astronomie	34
2.5 Optique adaptative pour les applications biomédicales	38
2.6 Conclusion	41
3 Imager en milieux diffusants	45
3.1 Milieux diffusants	45
3.1.1 Lumière balistique, diffusion simple et multiple	45
3.1.2 Ordre de grandeur en biologie	46



	Imager l'invisible avec la lumière	
3.1.3	Imagerie balistique	47
3.2	Imager avec la lumière diffuse	49
3.2.1	Le speckle	50
3.2.2	Le contrôle de front d'onde	51
3.2.3	La conjugaison de phase	52
3.2.4	Optimisation	53
3.2.5	Matrice de transmission	55
3.2.6	Imager grâce au contrôle de front d'onde	57
4	Holographie	63
4.1	Introduction à l'holographie	64
4.1.1	Tridimensionnalité ou stéréoscopie ?	64
4.1.2	Enregistrer ou restituer ?	66
4.1.3	Phase des ondes	67
4.1.4	Notion de cohérence	69
4.2	Principe de l'holographie	70
4.2.1	L'holographie : enregistrement	70
4.2.2	Restitution analogique de l'hologramme	72
4.3	Holographie numérique	74
4.3.1	Configuration expérimentales	74
4.3.2	Reconstruction numérique	77
4.4	Applications en microscopie	77
4.4.1	Refocalisation numérique et suivi d'objets.	78
4.4.2	Imagerie holographique doppler	80
4.4.3	Imagerie de phase quantitative	87
4.5	La projection holographique en microscopie et en biologie	87
4.5.1	Hologrammes de synthèse	87
4.5.2	Projection dynamique de motifs optiques	88
4.5.3	Applications optogénétiques	96
4.6	Conclusion	99
5	Microscopie de Fluorescence	100
5.1	Fluorescence et marqueurs fluorescents pour la biologie	100
5.1.1	Qu'est-ce que la fluorescence ?	101
5.1.2	Les protéines fluorescentes et leurs applications en biologie	104
5.2	Microscopie plein champ conventionnelle	105
5.2.1	Architecture et grandissement du microscope plein champ	106
5.2.2	Définition de la PSF et résolution latérale	107
5.2.3	Forme de la PSF dans les 3 dimensions spatiales	108
5.2.4	Formation des images	111
5.2.5	Le problème du fond	
5.2.6	Une application de la microscopie plein champ en neurosciences	112
5.2.7	Conclusion	114
5.3	Microscopies à balayage laser	114
5.3.1	Microscopie confocale	114
5.3.2	Microscopie à deux photons	119

Table des matières

v

5.4	Techniques de microscopie rapides à sectionnement optique	123
5.4.1	Microscopie confocale à disque rotatif	125
5.4.2	Microscopie à feuille de lumière	125
5.5	Conclusion	129
	Conclusion	133
	Remerciements	135
	Les auteurs	137
	Sponsors	139

