

Max Camenzind

# Les noyaux actifs de galaxies

Galaxies de Seyfert, QSO, quasars,  
lacertides et radiogalaxies

Traduit de l'allemand par Agnès Boucher



Springer

# Table des matières

<b>Bibliographie</b> .....	XIII
<b>Signification des sigles</b> .....	XV
<b>1. La famille des noyaux actifs de galaxies</b> .....	1
1.1. Evolution historique et état actuel de la recherche .....	1
1.2. Classification des noyaux actifs .....	6
1.2.1. Les sources thermiques : les galaxies de Seyfert et les QSO .....	9
1.2.2. Les sources non-thermiques : les blazars .....	12
1.2.3. Comparaison des spectres .....	12
1.3. Les galaxies passives .....	16
<b>Références</b> .....	17
<b>2. Les noyaux actifs de galaxies</b> .....	19
2.1. Le modèle standard des galaxies actives .....	19
2.2. Les galaxies-hôtes .....	21
2.3. Effondrement des amas stellaires compacts .....	21
2.3.1. Instabilité relativiste des amas stellaires .....	24
2.3.2. Evolution d'un amas d'étoiles à neutrons jusqu'à l'effondrement .....	30
2.4. Stabilité et effondrement des rotateurs supermassifs .....	36
2.4.1. Les étoiles supermassives .....	37
2.4.2. Stabilité d'objets supermassifs statiques .....	39
2.4.3. Objets supermassifs en rotation rapide .....	42
2.5. Mise en évidence de masses compactes au centre de galaxies .....	44
2.5.1. La galaxie M87 .....	44
2.5.2. Les galaxies M31 et M32 .....	49
2.5.3. Les premiers résultats du télescope de Hubble .....	50
2.6. Le centre de la Voie lactée .....	51
Littérature sur les noyaux actifs .....	56
<b>Références</b> .....	56
<b>3. Les trous noirs en rotation</b> .....	59

3.1.	La solution de Kerr et ses observateurs .....	62
3.2.	Forces gravitationnelles et effet Lense-Thirring .....	66
3.2.1.	Force gravitationnelle .....	66
3.2.2.	Force gravitomagnétique .....	67
3.2.3.	Développement asymptotique .....	68
3.2.4.	Interaction gravitationnelle d'un trou noir en rotation avec un anneau de gaz .....	71
3.3.	Energie rotationnelle et lois de la dynamique des trous noirs .....	75
3.3.1.	Gravité de surface et vitesse de rotation des trous noirs .....	75
3.3.2.	Première loi de la dynamique des trous noirs .....	76
3.3.3.	Deuxième et troisième lois de la dynamique des trous noirs .....	79
3.3.4.	Evolution des trous noirs de Kerr .....	82
3.4.	Mécanique céleste dans le champ gravitationnel des trous noirs en rotation .....	84
3.5.	Equations de Maxwell dans le champ gravitationnel du trou noir .....	90
3.6.	La magnétosphère des trous noirs .....	91
3.7.	Le mécanisme de Blandford-Znajek .....	95
3A	Annexe : un modèle macroscopique .....	98
	<b>Références</b> .....	100
<b>4.</b>	<b>Les disques d'accrétion des trous noirs supermassifs</b> .....	<b>103</b>
4.1.	Les disques d'accrétion standard .....	103
4.1.1.	Conservation de la masse .....	103
4.1.2.	Equation d'Euler et tenseur des contraintes .....	104
4.1.3.	Conservation du moment cinétique .....	105
4.1.4.	Impulsion radiale .....	105
4.1.5.	Structure verticale du disque .....	106
4.1.6.	Equation d'énergie .....	106
4.1.7.	Rayonnement .....	107
4.1.8.	Disques $\alpha$ .....	109
4.1.9.	Transport d'énergie vertical .....	110
4.1.10.	Structure radiale de l'intérieur du disque .....	111
4.1.11.	Récapitulation des équations d'accrétion stationnaires à 1D .....	113
4.1.12.	Bord extérieur du disque .....	114
4.1.13.	De la stabilité des solutions .....	115
4.2.	Les disques d'accrétion au delà du modèle standard .....	117
4.3.	L'excès de rayonnement UV et les spectres des disques d'accrétion .....	122
4.4.	Emission des poussières des disques à l'échelle du parsec ...	131

4.5. Les champs magnétiques des disques d'accrétion .....	135
4.6. Emissions X et $\gamma$ des galaxies de Seyfert et des QSO .....	139
<b>Références</b> .....	148
<b>5. Les raies d'émission des noyaux actifs de galaxies</b> .....	151
5.1. Modèle standard de photoionisation .....	152
5.2. Variabilité et modification des modèles des BLR .....	157
5.3. Masses des noyaux actifs .....	159
5.4. Tore de gaz et NLR étendues .....	160
<b>Références</b> .....	161
<b>6. Les jets des noyaux actifs de galaxies</b> .....	163
6.1. Les radiogalaxies et l'hypothèse de Blandford & Rees .....	164
6.1.1. Classification des radiogalaxies .....	167
6.1.2. Les mécanismes de production des jets .....	171
6.2. Modèles des doubles sources classiques .....	174
6.3. Quelques propriétés des radiosources étendues .....	179
6.4. Structure du jet nucléaire et variabilité des radiosources compactes .....	183
6.5. Rayonnement des jets relativistes .....	188
6.5.1. Transformation de Lorentz de l'émission .....	189
6.5.2. Transformation de la puissance rayonnée et de l'émissivité .....	191
6.5.3. Transformation de l'intensité spécifique .....	193
6.5.4. Transformation de l'équation de transfert du rayonnement .....	194
6.5.5. Rayonnement synchrotron des jets .....	195
6.5.6. Auto-absorption dans les radiosources compactes ...	197
6.5.7. Température de brillance des radiosources compactes .....	201
6.5.8. Rayonnement Compton inverse des jets et limitation de la température de brillance par rayonnement synchrotron .....	202
6.6. Rayonnement $\gamma$ des quasars et des lacertides .....	204
6.7. Théorie unifiée des radiogalaxies et des quasars .....	209
<b>Références</b> .....	211
<b>Index</b> .....	215