

# Table des matières

<b>Avant-propos</b>	<b>iii</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 La géométrisation de la physique .....	1
1.2 Les mathématiques dans ce livre .....	4
1.3 Précisions sur le niveau mathématique de ce texte .....	5
1.4 Présentation des chapitres suivants .....	6
<b>2 De l'espace et du temps à l'espace-temps. La relativité restreinte</b>	<b>9</b>
2.1 Préambule .....	9
2.2 Les notions fondamentales d'observateur et de référentiel .....	10
2.3 Comparaison des expériences : changements d'observateurs, relativité .....	12
2.4 Mesures de distance et de durée .....	16
2.5 Diagrammes d'espace-temps .....	18
2.6 Lignes d'univers .....	20
2.7 Mesure de distances, pseudo-distances .....	21
2.8 Espace euclidien et géométrie .....	27
2.9 De la géométrie de Newton à la géométrie d'Einstein .....	41
2.10 La géométrie einstenienne par l'image .....	50
2.11 Conclusion .....	69
<b>3 La géométrie riemannienne et les variétés différentielles</b>	<b>71</b>
3.1 Les variétés différentielles : « les super-espaces » .....	72
3.2 La géométrie riemannienne, le langage de la relativité .....	76
<b>4 Espace-temps et gravitation : la relativité Générale</b>	<b>81</b>
4.1 De la relativité restreinte à la relativité générale .....	81
4.2 L'universalité de la chute des corps .....	82
4.3 Les géodésiques de l'espace-temps .....	85

4.4	La courbure de l'espace-temps . . . . .	98
4.5	La relativité générale, une théorie géométrique . . . . .	104
4.6	Visualiser l'espace-temps courbe . . . . .	106
4.7	La lumière dans l'espace-temps courbe . . . . .	108
4.8	Les ondes gravitationnelles . . . . .	117
4.9	De la théorie à la pratique . . . . .	122
4.10	Einstein s'est-il « trompé » ? La démarche scientifique . . . . .	126
<b>5</b>	<b>Les Singularités de l'espace-temps</b>	<b>129</b>
5.1	Singularités . . . . .	129
5.2	Trous noirs . . . . .	136
5.3	Big-bang . . . . .	144
5.4	Trous de ver . . . . .	149
5.5	Réalité des singularités de l'espace-temps . . . . .	153
<b>6</b>	<b>Unification et Géométrisation</b>	<b>155</b>
6.1	De l'unification en physique . . . . .	155
6.2	Le principe du catalogue . . . . .	155
6.3	La géométrisation de la physique . . . . .	157
6.4	L'unification de la gravitation et de l'électromagnétisme . . . . .	158
6.5	L'espace-temps de Kaluza-Klein . . . . .	160
6.6	Réalité des dimensions supplémentaires . . . . .	162
<b>7</b>	<b>Quelques réflexions sur les mathématiques, la physique, et la vulgarisation</b>	<b>165</b>
7.1	Du plaisir de faire des mathématiques . . . . .	167
7.2	De l'élégance de la relativité générale . . . . .	167
7.3	L'Univers sans foi ni loi . . . . .	168
7.4	De l'intérêt de la recherche fondamentale . . . . .	169
7.5	Des Mathématiques et de la vulgarisation . . . . .	173
7.6	Dernières remarques sur les rapports entre mathématiques et physique . . . . .	175
	<b>Annexe A</b>	<b>177</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>199</b>