

Table des matières

| | |
|--|------------|
| Avant-propos | iii |
| 1 Introduction | 1 |
| 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 |
| 2 De l'espace et du temps à l'espace-temps. La relativité restreinte | 9 |
| 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 |
| 3 La géométrie riemannienne et les variétés différentielles | 71 |
| 3.1 Les variétés différentielles : « les super-espaces » | 72 |
| 3.2 La géométrie riemannienne, le langage de la relativité | 76 |
| 4 Espace-temps et gravitation : la relativité Générale | 81 |
| 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 |
| 5 | Les Singularités de l'espace-temps | 129 |
| 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 |
| 6 | Unification et Géométrisation | 155 |
| 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 |
| 7 | Quelques réflexions sur les mathématiques, la physique, et la vulgarisation | 165 |
| 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 |
| | Annexe A | 177 |
| | Bibliographie | 199 |