

Table des matières

Préface	i
Avant-propos	vii
Introduction	1
1 Symétries de l'espace-temps	7
1.1 Groupe et algèbre de Lorentz	7
1.1.1 Générateurs de l'algèbre de Lorentz – Représentation vectorielle	7
1.1.2 Algèbre de Lorentz - Opérateurs de Casimir	8
1.1.3 $SO_0(1, 3)$ et $SL(2, \mathbb{C})$	9
1.2 Algèbre de Poincaré	10
1.2.1 Algèbre de Poincaré - Générateurs	10
1.2.2 Représentations du groupe de Poincaré - Petit groupe	10
1.3 Spineurs	11
1.3.1 Spineurs de Dirac et de Weyl	11
1.3.2 Spineurs de Majorana	12
1.3.3 Identités fondamentales	13
1.3.4 Covariants bilinéaires de Dirac	14
1.4 Références du chapitre 1	15
2 Supersymétrie en théorie des champs	17
2.1 Algèbre supersymétrique	18
2.1.1 Quantification et superalgèbres	18
2.1.2 Superalgèbre de Poincaré	19
2.1.3 Représentations de la supersymétrie	19
2.2 Lagrangiens supersymétriques	21
2.2.1 Modèle de Wess-Zumino : lagrangien libre	21
2.2.2 Modèle de Wess-Zumino : interactions	21
2.2.3 Électrodynamique supersymétrique	23
2.3 Superespace	24
2.3.1 Supercharges et dérivées covariantes	24
2.3.2 Superchamps	25
2.3.3 Superchamp chiral	25
2.3.4 Superchamp vectoriel	26
2.3.5 Invariance de jauge non-abélienne et supersymétrie	27

2.4	Interactions	29
2.4.1	Superchamp chiral et superpotentiel	29
2.4.2	Théories de jauge supersymétriques	29
2.5	Références du chapitre 2	30
3	Aspects formels : termes non-renormalisables et supergravité	31
3.1	Termes non-renormalisables	31
3.1.1	Potentiel de Kähler	31
3.1.2	Fonction cinétique de jauge	32
3.1.3	Couplage du potentiel de Kähler à un groupe de jauge	33
3.1.4	Supersymétrie $N = 2$	34
3.2	Éléments de supergravité	35
3.2.1	Éléments de relativité générale	35
3.2.2	Le champ de Rarita-Schwinger	38
3.2.3	Symétrie locale et modèle de Wess-Zumino	40
3.2.4	Le supermultiplet de gravitation	41
3.2.5	Superespace courbe-supergravité $1D$	42
3.2.6	Superespace courbe : le multiplet de la supergravité	45
3.3	Références du chapitre 3	46
4	Brisure de supersymétrie	47
4.1	Théorèmes généraux	47
4.1.1	Fermions de Goldstone	47
4.1.2	Couplage du goldstino	49
4.1.3	Matrices de masse	49
4.2	Brisure de supersymétrie	51
4.2.1	Mécanisme de O’Raifeartaigh	51
4.2.2	Mécanisme de Fayet-Iliopoulos	52
4.3	Les termes de brisure douce	52
4.3.1	Brisure de supersymétrie induite par gravitation	52
4.3.2	Brisure de supersymétrie induite par symétrie de jauge	54
4.4	Références du chapitre 4	56
5	Le modèle standard supersymétrique minimal et ses extensions	57
5.1	Analyse du secteur de Higgs	58
5.1.1	Le potentiel scalaire en supersymétrie non-brisée	58
5.1.2	Potentiel scalaire et termes de brisure douce	58
5.1.3	Masse des bosons de Higgs	59
5.1.4	Champ singlet supplémentaire (NMSSM)	60
5.2	Analyse du secteur de jauge	61
5.2.1	Masse des bosons de jauge	61
5.2.2	Masse des neutralinos, des charginos et du gluino	62
5.2.3	Modèles supersymétriques hybrides $N = 1/N = 2$	62
5.3	Analyse du secteur scalaire supersymétrique	63
5.3.1	Masse des scalaires supersymétriques	63
5.3.2	Les neutrinos et sneutrinos	64
5.3.3	Secteur scalaire et violation de la parité R	64
5.4	Références du chapitre 5	65

6	Solutions des exercices du chapitre 1	69
6.1	Solution de l'exercice 1.1.1	69
6.2	Solution de l'exercice 1.1.2	72
6.3	Solution de l'exercice 1.1.3	74
6.4	Solution de l'exercice 1.2.1	75
6.5	Solution de l'exercice 1.2.2	78
6.6	Solution de l'exercice 1.3.1	80
6.7	Solution de l'exercice 1.3.2	82
6.8	Solution de l'exercice 1.3.3	84
6.9	Solution de l'exercice 1.3.4	89
7	Solutions des exercices du chapitre 2	93
7.1	Solution de l'exercice 2.1.1	93
7.2	Solution de l'exercice 2.1.2	99
7.3	Solution de l'exercice 2.1.3	101
7.4	Solution de l'exercice 2.2.1	108
7.5	Solution de l'exercice 2.2.2	110
7.6	Solution de l'exercice 2.2.3	113
7.7	Solution de l'exercice 2.3.1	116
7.8	Solution de l'exercice 2.3.2	118
7.9	Solution de l'exercice 2.3.3	121
7.10	Solution de l'exercice 2.3.4	125
7.11	Solution de l'exercice 2.3.5	131
7.12	Solution de l'exercice 2.4.1	136
7.13	Solution de l'exercice 2.4.2	139
8	Solutions des exercices du chapitre 3	145
8.1	Solution de l'exercice 3.1.1	145
8.2	Solution de l'exercice 3.1.2	148
8.3	Solution de l'exercice 3.1.3	150
8.4	Solution de l'exercice 3.1.4	156
8.5	Solution de l'exercice 3.2.1	162
8.6	Solution de l'exercice 3.2.2	170
8.7	Solution de l'exercice 3.2.3	173
8.8	Solution de l'exercice 3.2.4	176
8.9	Solution de l'exercice 3.2.5	180
8.10	Solution de l'exercice 3.2.6	187
9	Solutions des exercices du chapitre 4	191
9.1	Solution de l'exercice 4.1.1	191
9.2	Solution de l'exercice 4.1.2	193
9.3	Solution de l'exercice 4.1.3	200
9.4	Solution de l'exercice 4.2.1	203
9.5	Solution de l'exercice 4.2.2	206
9.6	Solution de l'exercice 4.3.1	209
9.7	Solution de l'exercice 4.3.2	214

10 Solutions des exercices du chapitre 5	221
10.1 Solution de l'exercice 5.1.1	221
10.2 Solution de l'exercice 5.1.2	223
10.3 Solution de l'exercice 5.1.3	225
10.4 Solution de l'exercice 5.1.4	230
10.5 Solution de l'exercice 5.2.1	234
10.6 Solution de l'exercice 5.2.2	235
10.7 Solution de l'exercice 5.2.3	237
10.8 Solution de l'exercice 5.3.1	240
10.9 Solution de l'exercice 5.3.2	242
10.10 Solution de l'exercice 5.3.3	245
11 Conventions	253
12 Rappels	255
12.1 Symétries de l'espace-temps	255
12.2 Algèbres et superalgèbres de Lie	256
12.3 Supersymétrie en théorie des champs	257
12.3.1 Théories de jauge	258
12.3.2 Théories de jauge supersymétriques	258
12.4 Le modèle standard supersymétrique minimal	260
Bibliographie	265
Index	271