

# Table des matières

<b>Introduction du tome 1</b>	<b>v</b>
0.1 But de l'ouvrage . . . . .	v
0.2 Contenu de l'ouvrage . . . . .	vi
0.3 Remerciements . . . . .	viii
0.4 Bibliographie sommaire . . . . .	ix
0.5 Plan structuré du tome 1 . . . . .	xi
<b>I Mécanique quantique et intégrale de chemin</b>	<b>1</b>
<b>1 Rappels de mécanique classique et quantique</b>	<b>3</b>
1.1 Mécanique classique . . . . .	3
1.2 Mécanique quantique . . . . .	17
1.3 Mécanique statistique quantique . . . . .	26
1.4 Notes . . . . .	33
<b>2 L'intégrale de chemin : introduction</b>	<b>35</b>
2.1 Présentation . . . . .	35
2.2 L'intégrale de chemin pour la particule libre . . . . .	37
2.3 La particule dans un potentiel $V(q)$ . . . . .	42
2.4 Observables et fonctions de corrélations . . . . .	47
2.5 Système quantique à température finie : temps euclidien périodique . . . . .	54
2.6 L'oscillateur harmonique . . . . .	61
2.7 Notes . . . . .	68
<b>3 Intégrale de chemin et physique statistique</b>	<b>69</b>
3.1 Introduction . . . . .	69
3.2 Intégrale de chemin et processus stochastique . . . . .	69
3.3 Mécanique quantique euclidienne et physique statistique 1D . . . . .	75
3.4 Notes . . . . .	82

<b>4</b>	<b>L'intégrale de chemin : présentation générale</b>	<b>83</b>
4.1	Introduction . . . . .	83
4.2	Systèmes à plusieurs degrés de liberté . . . . .	83
4.3	Hamiltonien dépendant du temps . . . . .	86
4.4	Méthode du col et limite semi-classique . . . . .	87
4.5	Intégrale de chemin dans l'espace de phase . . . . .	94
4.6	Densité de niveaux et formule des traces . . . . .	98
4.7	La particule chargée dans un champ classique . . . . .	101
4.8	La particule relativiste . . . . .	106
<b>5</b>	<b>Systèmes à <math>N</math>-corps : bosons, fermions, spin</b>	<b>115</b>
5.1	Intégrale de chemin pour les bosons . . . . .	115
5.2	États cohérents et intégrale de chemin pour le spin . . . . .	136
5.3	Fermions, algèbre de Grassmann et intégrale de chemin anti-commutante . . . . .	144
5.4	Conclusion : avantages et désavantages de l'intégrale de chemin	153
5.5	Notes . . . . .	155
<b>II</b>	<b>Théorie des champs et intégrale fonctionnelle</b>	<b>157</b>
<b>6</b>	<b>L'intégrale fonctionnelle : le champ libre</b>	<b>159</b>
6.1	Introduction . . . . .	159
6.2	Le champ libre comme limite continue du modèle gaussien . . .	160
6.3	La fonction de corrélation à deux points et le propagateur . . . . .	173
6.4	Fonctions de corrélation à $N$ points et théorème de Wick . . . . .	180
6.5	Configurations du champ libre gaussien . . . . .	183
6.6	Opérateurs composites et développement à courte distance (OPE) . . . . .	187
6.7	Équations quantiques du mouvement (Schwinger-Dyson) . . . . .	199
6.8	Champ libre, particule relativiste et marches aléatoires . . . . .	201
6.9	Du champ scalaire aux bosons non relativistes . . . . .	203
6.10	Notes . . . . .	204
<b>7</b>	<b>La théorie des champs <math>\phi^4</math> : théorie des perturbations</b>	<b>207</b>
7.1	Introduction . . . . .	207
7.2	Intégrale fonctionnelle pour la théorie $\phi^4$ . . . . .	208
7.3	Le développement perturbatif : diagrammes de Feynman . . . .	212
7.4	Fonctions de corrélations et diagrammes connexes . . . . .	226

7.5	Diagrammes et amplitudes irréductibles . . . . .	231
7.6	L'action effective $\Gamma[\varphi]$ . . . . .	238
7.7	Calcul des amplitudes de Feynman . . . . .	249
7.8	Équations de Schwinger-Dyson . . . . .	258
7.9	Symétries, courants conservés et théorème de Noether . . . . .	259
7.10	Notes . . . . .	264
<b>8</b>	<b>La théorie <math>\phi^4</math> : Renormalisation à l'ordre d'une boucle</b>	<b>265</b>
8.1	Introduction . . . . .	265
8.2	Régularisations UV . . . . .	266
8.3	Les divergences UV en $D = 4$ . . . . .	274
8.4	Renormalisation de $\phi^4$ à $D = 4$ : principe . . . . .	278
8.5	Renormalisation de la théorie de masse nulle à $D = 4$ . . . . .	283
8.6	Renormalisation de la théorie massive pour $D = 4$ . . . . .	286
8.7	Échelle de renormalisation et couplages effectifs . . . . .	288
8.8	Transformations d'échelle et groupe de renormalisation . . . . .	294
8.9	Renormalisation de $\phi^4$ en dimension $D < 4$ . . . . .	299
8.10	Analyse des flots du groupe de renormalisation . . . . .	305
8.11	Renormalisation dimensionnelle . . . . .	311
8.12	Notes . . . . .	312
<b>9</b>	<b>Renormalisation perturbative : aperçu général</b>	<b>313</b>
9.1	Introduction . . . . .	313
9.2	Divergences UV et comptage de puissance . . . . .	313
9.3	Renormalisation et contretermes . . . . .	322
9.4	Premier aperçu historique . . . . .	325
9.5	Notes . . . . .	328
	<b>Index</b>	<b>329</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>334</b>