

# Table des matières

## **INTRODUCTION..... 1**

Une nouvelle physique par une nouvelle génération de physiciens.....	1
Des mathématiques simples en mal d'interprétation physique .....	4
Une nouvelle vision de la réalité .....	4
La question de l'interprétation de la mécanique quantique .....	7
Un sujet difficile.....	8
Comment lire ce livre .....	9

## **1. UNE BREVE HISTOIRE DES DEBUTS DE LA PHYSIQUE**

### **QUANTIQUE.....11**

La physique atomique à l'orée du XX <sup>e</sup> siècle .....	12
Des quanta de Planck aux photons d'Einstein .....	21
Les spectres atomiques expliqués .....	31
La mécanique ondulatoire.....	36
La mécanique des matrices d'Heisenberg .....	47
L'équation d'onde de Schrödinger.....	54
L'abandon du déterminisme.....	61
Une onde de probabilité.....	64

## **2. ETRE ET NE PAS ETRE : LA SUPERPOSITION .....73**

La notion d'état en physique classique.....	74
Au cœur des ondes quantiques .....	75
Une petite digression par le spin .....	77
Etat et mesure .....	80
Tous les états à la fois.....	86
Etre et ne pas être ou l'incroyable destin du chat de Schrödinger .....	89

Etre là où l'on ne peut pas être : l'effet tunnel.....	93
La résonance quantique .....	100
Le MASER à ammoniac .....	106
L'horloge atomique à jet de césium .....	112
Créer une horloge en superposant les états d'un atome .....	116

### **3. ET POURTANT, ELLES TOURNENT !.....121**

Les bizarreries du moment cinétique en physique quantique .....	122
Le spin .....	128
Zoom sur le spin 1/2 .....	130
Le spin 1.....	136
Le cas particulier des photons .....	137
Les photons au service de la cryptographie.....	140
Les deux versions de la matière : les bosons et les fermions.....	148
Les condensats de Bose-Einstein .....	155
Les gaz de fermions .....	160

### **4. TRICOTER DES ETATS : L'INTRICATION .....169**

Tricoter des électrons et des photons .....	170
Une théorie incomplète ?.....	176
Tester les inégalités de Bell .....	180
Cohérence et décohérence quantiques.....	181
Le LASER .....	186
La téléportation quantique.....	189
Quand l'intrication défie la résistance électrique : la supraconductivité .....	194

### **5. L'ORDINATEUR QUANTIQUE.....207**

L'information.....	208
Du bit au qubit.....	213
Fabriquer des qubits.....	216
Calculer avec des qubits .....	232

De la théorie à la réalité .....248  
Difficultés et perspectives .....257

**6. LES INTERPRETATIONS MODERNES DE LA MECANIQUE**

**QUANTIQUE.....259**

Les difficultés de l'interprétation de l'Ecole de Copenhague .....261  
Les mondes multiples (Hugh Everett) ..... 265  
Histoires cohérentes (Griffiths, Gell-Mann, Hartle, Omnès) .....268  
La décohérence quantique (Heinz-Dieter Zeh, Wojciech Zurek) .....274  
L'interprétation relationnelle (Carlo Rovelli) .....276  
La reconstruction de la mécanique quantique ou comment en éviter une réinterprétation..... 284

**QUELQUES COMPLEMENTS SUR LES ONDES ET LE CHAMP**

**ELECTROMAGNETIQUE.....287**

Les propriétés fondamentales des ondes .....287  
Les interférences .....291  
Les ondes stationnaires .....293  
La décomposition spectrale d'une onde.....295  
Vitesse de phase et vitesse de groupe.....296  
Le champ électromagnétique .....297

**INDEX .....301**