

# Interpréter la Physique Quantique

Cours d'interprétation de la théorie quantique des champs

Sébastien Fauvel



# Remerciements



## Avant-propos



# Table des matières

<b>I</b>	<b>Préliminaires épistémologiques</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Qu'est-ce qu'interpréter ?</b>	<b>2</b>
1.1	Interpréter des observations . . . . .	2
1.2	Interpréter une théorie effective . . . . .	2
1.3	Interpréter une théorie fondamentale . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Que puis-je connaître ?</b>	<b>3</b>
2.1	L'impasse solipsiste . . . . .	3
2.2	L'objectivisme fondateur . . . . .	3
2.3	La connaissance dans un monde aléatoire . . . . .	3
<b>II</b>	<b>Modéliser le monde matériel</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Régulariser la théorie quantique des champs</b>	<b>6</b>
3.1	Inexistence d'une théorie quantique des champs . . . . .	6
3.2	Régularisation physique maximale . . . . .	6
3.3	L'espace physique . . . . .	6
<b>4</b>	<b>L'espace des états quantiques</b>	<b>7</b>
4.1	Etats localisés du champ . . . . .	7
4.2	Opérateurs de création et d'annihilation . . . . .	7
4.3	Ondes planes . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Interactions physiques</b>	<b>8</b>
5.1	Evolution hamiltonienne . . . . .	8
5.2	Représentation d'interaction . . . . .	8
5.3	Développement perturbatif . . . . .	8

<b>III</b>	<b>Modéliser le monde mental</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>L'expérience subjective</b>	<b>10</b>
6.1	Conscience déclarative . . . . .	10
6.2	Subconscient . . . . .	10
6.3	Expérience subjective . . . . .	10
<b>7</b>	<b>Le champ d'expériences subjectives</b>	<b>11</b>
7.1	Objectivation des expériences subjectives . . . . .	11
7.2	Réalisation physique d'un état mental . . . . .	11
7.3	Indiscernabilité des sujets . . . . .	11
<b>8</b>	<b>Interactions psycho-physiques</b>	<b>12</b>
8.1	Dynamique stochastique . . . . .	12
8.2	Mesure quantique . . . . .	12
8.3	Décohérence quantique . . . . .	12
<b>IV</b>	<b>Applications</b>	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>Electrodynamique quantique</b>	<b>14</b>
9.1	Opérateurs de charge, de courant et de potentiel . . . . .	14
9.2	Hamiltonien d'interaction . . . . .	14
9.3	Exemple : La section efficace de Rutherford . . . . .	14
<b>10</b>	<b>Théorème de réincarnation</b>	<b>15</b>
10.1	Un théorème de récurrence des états mentaux . . . . .	15
10.2	Démonstration . . . . .	15
10.3	Discussion . . . . .	15
<b>V</b>	<b>Appendices</b>	<b>17</b>
<b>A</b>	<b>Fonctions usuelles</b>	<b>18</b>
A.1	La fonction sinus cardinal . . . . .	18
A.2	La fonction esinc . . . . .	18
A.3	La fonction $\delta$ de Dirac . . . . .	18
<b>B</b>	<b>Matrices de Dirac et de Pauli</b>	<b>19</b>
B.1	Matrices de Pauli . . . . .	19
B.2	Matrices de Dirac . . . . .	19
<b>C</b>	<b>Opérateurs spinoriels</b>	<b>20</b>



C.1	Opérateurs de polarisation photoniques . . . . .	20
C.2	Opérateurs d’antisymétrisation fermioniques . . . . .	20
C.3	Opérateurs spinoriels de Dirac . . . . .	20



Première partie

Préliminaires  
épistémologiques

# Chapitre 1

## Qu'est-ce qu'interpréter ?

1.1 Interpréter des observations

1.2 Interpréter une théorie effective

1.3 Interpréter une théorie fondamentale

## Chapitre 2

# Que puis-je connaître ?

2.1 L'impasse solipsiste

2.2 L'objectivisme fondateur

2.3 La connaissance dans un monde aléatoire



## Deuxième partie

# Modéliser le monde matériel

## Chapitre 3

# Régulariser la théorie quantique des champs

- 3.1 Inexistence d'une théorie quantique des champs
- 3.2 Régularisation physique maximale
- 3.3 L'espace physique



## Chapitre 4

# L'espace des états quantiques

4.1 Etats localisés du champ

4.2 Opérateurs de création et d'annihilation

4.3 Ondes planes

## Chapitre 5

# Interactions physiques

5.1 Evolution hamiltonienne

5.2 Représentation d'interaction

5.3 Développement perturbatif

Troisième partie

**Modéliser le monde mental**

## Chapitre 6

# L'expérience subjective

6.1 Conscience déclarative

6.2 Subconscient

6.3 Expérience subjective

## Chapitre 7

# Le champ d'expériences subjectives

- 7.1 Objectivation des expériences subjectives
- 7.2 Réalisation physique d'un état mental
- 7.3 Indiscernabilité des sujets

## Chapitre 8

# Interactions psycho-physiques

8.1 Dynamique stochastique

8.2 Mesure quantique

8.3 Décohérence quantique

Quatrième partie

Applications

## Chapitre 9

# Electrodynamique quantique

- 9.1 Opérateurs de charge, de courant et de potentiel
- 9.2 Hamiltonien d'interaction
- 9.3 Exemple : La section efficace de Rutherford



## Chapitre 10

# Théorème de réincarnation

10.1 Un théorème de récurrence des états mentaux

10.2 Démonstration

10.3 Discussion



Cinquième partie

Appendices

## Annexe A

# Fonctions usuelles

A.1 La fonction sinus cardinal

A.2 La fonction esinc

A.3 La fonction  $\delta$  de Dirac

## Annexe B

# Matrices de Dirac et de Pauli

### B.1 Matrices de Pauli

### B.2 Matrices de Dirac

## Annexe C

# Opérateurs spinoriels

C.1 Opérateurs de polarisation photoniques

C.2 Opérateurs d'antisymétrisation fermioniques

C.3 Opérateurs spinoriels de Dirac

# Bibliographie