

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE	I-1
Résumé du cours 1974-75	I-1
Introduction au cours 1975-1976	I-5
 EVOLUTION D'UN ETAT DISCRET COUPLE A UN CONTINUUM	
(modèle simplifié)	I-5
I. Introduction	I-5
II. Notations	I-5
III. Traitement perturbatif.....	I-7
1). Principe	I-7
2). Couplage fort avec un continuum de largeur faible	I-8
3). Couplage faible avec un continuum large. Règle d'or de Fermi.....	I-8
IV. Autre méthode (non-perturbative) de résolution approchée de l'équation de Schrödinger	II-1
1). Couplage faible avec un continuum large. Décroissance exponentielle	II-1
2). Couplage fort avec un continuum étroit. Précession de Rabi	II-4
V. Opérateur d'évolution et résolvante	II-5
1). Opérateur d'évolution $U(t, t')$ et Fonctions de Green $K_{\pm}(t, t')$	II-5
2). Transformées de Fourier de $K_{\pm}(t, t')$: Propagateurs $G_{\pm}(E)$	II-5
3). Résolvante $G(z)$ de H	II-6
Bibliographie	II-8
VI. Etude par la méthode de la résolvante de l'évolution de l'état discret φ_i	III-1
1). Calcul de $\langle \varphi_i G(z) \varphi_i \rangle = G_i(z)$	III-1
2). Calcul de $\langle \varphi_i U(t) \varphi_i \rangle = b_i(t) e^{-iE_i t/\hbar} = \tilde{b}_i(t)$	III-2
3). Construction graphique de la T.F. de $\langle \varphi_i U(t) \varphi_i \rangle$	III-2
4). Quelques propriétés générales de la T.F. $\tilde{b}_i(E)$ de $\tilde{b}_i(t)$	III-3
5). Etude de l'évolution des phénomènes en fonction de l'intensité du couplage	III-6
Quelques remarques complémentaires relatives au § f.	IV-1
1). Démonstration du fait que le prolongement analytique de $G_i(z)$ a un pôle dans le 2 ^{ème} feuillet de Riemann	IV-1
2). Autre contour d'intégration possible	IV-2
DIFFUSION RESONNANTE	V-1
1 - Introduction	V-1
2 - Calcul de $\langle f, \vec{k}' \varepsilon' G(z) f, \vec{k} \varepsilon \rangle$	V-1
3 - Calcul de l'amplitude de diffusion	V-2
4 – Section efficace de diffusion	V-3

5 – Application : spectre de la lumière de fluorescence aux faibles intensités.....	V-4
6 – Diffusion d'un paquet d'ondes.....	V-5
OPERATEURS DE PROJECTION – APPLICATIONS	VI-1
But de ce §.....	VI-1
A Calcul des restrictions de la résolvante $G(z)$ à l'intérieur de 2 sous-espaces supplémentaires (ou entre ces 2 sous-espaces).....	VI-1
1) Notations – But du calcul	VI-1
2) Calcul de PGP, QGP, PGQ, QGQ	VI-2
3) Discussion physique	VI-3
B Exemples d'application des formules précédentes.....	VI-5
1) Emission spontanée d'un photon par un système de 2 atomes identiques dont l'un (A) est excité, l'autre (B) non	VI-5
2) Emission spontanée d'un niveau excité de moment cinétique $J_e \neq 0$	VI-6
3) Diffusion d'un photon par un atome au voisinage d'une résonance.....	VI-7
C Factorisation de $R(z)$	VII-1
1) But d'un tel calcul	VII-1
2) Transformation de l'expression donnant $R_1(z)$	VII-1
3) Généralisation	VII-3
I. Application à l'étude de l'émission spontanée en cascade de 2 photons	VII-4
1). But de ce §.....	VII-4
2). Sous-espaces ε_1 et ε_2 . Etats initial et final – Amplitude de transition	VII-4
3). Approximations faites.....	VII-4
4). Calcul de l'amplitude de transition	VII-6
5). Distribution spectrale du rayonnement émis	VII-7
II. Emission spontanée d'un oscillateur harmonique	VII-8
1). Largeur naturelle et Lamb-shift du niveau $ \varphi_n\rangle$	VII-8
2). Raie émise par l'oscillateur initialement excité en $ \varphi_1\rangle$	VII-8
3). Raie émise par l'oscillateur initialement excité en $ \varphi_2\rangle$	VII-8
4). Raie émise par l'oscillateur initialement excité en $ \varphi_3\rangle$	VII-9
5). Généralisation : oscillateur initialement dans l'état $ \varphi_n\rangle$	VII-10
EQUATION PILOTE DECRIVANT L'EVOLUTION D'UN PETIT	
SYSTEME A COUPLE A UN GRAND RESERVOIR R	VIII-1
I. Introduction – Opérateur densité réduit du petit système.....	VIII-1
II. Généralités sur l'espace de Liouville	VIII-2

1). Définition – Notations	VIII-2
2). Produit scalaire dans \mathcal{L}	VIII-2
3). Exemple de base orthonormée de \mathcal{L}	VIII-3
4). Opérateurs de \mathcal{L}	VIII-3
5). Exemple important d'opérateur de \mathcal{L} : Opérateur de Liouville L	VIII-3
III. Etablissement de l'équation d'évolution de σ_A	VIII-5
1). Etat initial à $t = 0$	VIII-5
2). Introduction d'un opérateur de projection P dans l'espace de Liouville \mathcal{L}	VIII-5
3). Opérateur de Liouville L du système global	VIII-6
4). Equation d'évolution de $P\rho$	VIII-7
5). Etat de R à l'instant t	VIII-9
IV. Passage dans l'espace des fréquences	IX-1
1). Résolvante $\mathcal{G}(z)$ de L	IX-1
2). Restriction de $g(\omega + i\varepsilon)$. Opérateur $\mathcal{R}(\omega + i\varepsilon)$	IX-1
3). Comment retrouver l'équation intégraldifférentielle à partir de ce point de vue ?	IX-3
4). Cas particulier de l'opérateur P défini au § C2. Opérateur $\mathcal{R}_A(\omega = i\varepsilon)$	IX-4
V. Développement de $\mathcal{R}_A(\omega = i\varepsilon)$ en puissances de l'interaction	IX-6
VI. Introduction d'un certain nombre d'approximations.....	IX-7
1). Approximation de couplage faible	IX-7
2). Approximation séculaire	IX-7
3). Approximation de mémoire courte	IX-9
VII. Contenu physique de l'équation pilote.....	X-1
1). Forme développée de l'équation pilote	X-1
2). Représentation diagrammatique de \mathcal{R}_{ijkl}	X-2
3). Hypothèse simplificatrice.....	X-2
4). Equations d'évolution des populations.....	X-3
5). Evolution d'un élément non diagonal correspondant à une fréquence de Bohr non-dégénérée.....	X-5
6). Evolution d'un ensemble d'éléments non-diagonaux de σ correspondant à Une fréquence de Bohr dégénérée.....	X-8
7). Autre forme possible de l'équation pilote	X-9
VIII. Discussion des approximations	XI-1
1). Temps de corrélation τ_c de la force exercée par R sur A	XI-1
2). Ordre de grandeur des coefficients de l'équation pilote.....	XI-1
3). Allure de la variation avec ω de $\mathcal{R}_A(\omega + i\varepsilon)$	XI-1
4). Condition de validité du développement perturbatif de $\mathcal{R}_A(\omega + i\varepsilon)$	XI-2
5). Condition de validité de l'approximation séculaire	XI-2

6). Condition de validité de l'approximation de mémoire courte	XI-2
IX. Peut-on considérer l'opérateur densité factorisé à tout instant ?	XI-3
1). Position du problème.....	XI-3
2). Etude dans l'espace des temps	XI-3
3). Etude dans l'espace des fréquences	XI-5
X. Calcul des fonctions de corrélation. Théorème de régression quantique	XI-6
1). Importance des fonctions de corrélation	XI-6
2). Passage dans l'espace de Liouville	XI-6
3). Théorème de régression quantique	XI-8
4). Calcul direct d'un signal	XI-9
APPLICATIONS DE L'EQUATION PILOTE.....	XII-1
I. Oscillateur harmonique amorti.....	XII-1
1). Description du modèle	XII-1
2). Etablissement de l'équation pilote	XII-1
a. Fonction de corrélation de R	XII-2
b. Forme explicite de l'équation pilote	XII-3
c. Interprétation physique	XII-3
d. Etude de l'évolution de la valeur moyenne de quelques observables	XII-4
3). Equation pilote écrite dans la base des états cohérents.....	XII-5
a. Rappel de quelques formules établies l'an dernier (cours III et IV).....	XII-5
b. Problème étudié dans ce §.....	XII-6
c. Etablissement de quelques autres formules utiles	XII-6
d. Principe du calcul de l'équation d'évolution de $P(\alpha, t)$	XII-6
e. Forme explicite de l'équation d'évolution de $P(\alpha, t)$	XII-7
f. Interprétation simple des divers termes de l'équation de Fokker-Planck.....	XII-8
g. Fonction de Green de l'équation de Fokker-Planck	XII-9
II. Emission spontanée d'un moment cinétique	XIII-1
1). Hamiltonien. Notations.....	XIII-1
2). Equation pilote	XIII-1
3). Problème étudié dans ce paragraphe	XIII-2
4). Evolution de $\langle J_z \rangle$. Discussion qualitative.....	XIII-4
5). Equation d'évolution de $\langle J_z \rangle$	XIII-6
6). Résolution de l'équation d'évolution	XIII-7
7). Caractéristiques de l'impulsion rayonnée.....	XIII-8
Références sur l'équation pilote (liste non exhaustive).....	XIII-9