

Table des matières

Table des figures	v
Introduction	1
1 Atomes de Rydberg alcalins : des hydrogénoïdes géants	3
1.1 Théorie générale des Rydberg	3
1.2 Premier cas particulier : les interactions dipole-dipole et VdW à bas l . .	3
1.3 Second cas particulier : les atomes de Rydberg circulaires	3
1.4 Atomes de Rydberg circulaires en interaction	4
2 Des atomes froids en environnement cryogénique	5
2.1 Le cryostat	5
2.2 La puce et les bobines	5
2.3 Séquence de piégeage et refroidissement	5
2.4 Imagerie atomique	5
2.5 Nuages typiques	6
3 Dispositif expérimental : des atomes de Rydberg sur puce	7
3.1 Excitation et détection d'atomes de Rydberg	7
3.2 Problème des champs électriques près d'une puce	7
3.3 Spectroscopie microonde	7
4 Interaction entre atomes de Rydberg sphériques	9
4.1 Régimes d'excitation en nuage dense : blocage et facilitation	9
4.2 Spectroscopie optique du nuage et simulations	9
4.3 Spectroscopie microonde du nuage	9
5 Des atomes de Rydberg circulaires sur puce	11
5.1 Comment exciter des atomes de Rydberg circulaires	11
5.2 Comment caractériser les atomes de Rydberg circulaires	11
5.3 Théorie de la force pondéro-motrice appliquée aux 50C	12
5.4 Piégeage des atomes circulaires	12
Conclusion	13

Chapitre 1

Atomes de Rydberg alcalins : des hydrogénoïdes géants

1.1 Théorie générale des Rydberg

Hamiltonien de l'atome d'hydrogène

particularités aux grands n

Défaut quantique : comment passer aux alcalins

le défaut quantique comme un n effectif quantitativement : $\delta_{n,l,j}$ pour les niveaux qui nous concernent

Les grandes caractéristiques des Rydberg

gigantisme du dipole, sensibilité au champ EM, interactions lois d'échelle

1.2 Premier cas particulier : les interactions dipole-dipole et VdW à bas l

Deux atomes de Rydberg

hamiltonien d'interaction dipole-dipole Van der Waals interaction d'échange

Blocage dipolaire

blocage et facilitation : preview ?

1.3 Second cas particulier : les atomes de Rydberg circulaires

L'effet Stark et les Rydberg en champ électrique

Stark maps à grand l

Niveaux paraboliques

échelle des niveaux de la multiplicité en champ « fort »

Caractéristiques des Rydberg circulaires

taille, dipole transitions vers les niveaux proches et émission spontanée, temps de vie

1.4 Atomes de Rydberg circulaires en interaction

petit flash forward vers le futur de la manip ?

Chapitre 2

Des atomes froids en environnement cryogénique

2.1 Le cryostat

description rapide du cryostat

feedthrough pour les courants de bobines et de puce ?

2.2 La puce et les bobines

design de la puce et un petit mot sur la fabrication

bobines supras ?

2.3 Séquence de piégeage et refroidissement

Piégeage magnéto-optique

2d-mot, quad, u-mot, mélasse

Piégeage magnétique

pompage optique et piège magnétique

Refroidissement évaporatif jusqu'au BEC

dispositif de refroidissement RF

2.4 Imagerie atomique

Optique d'imagerie

front et side

L'imagerie par absorption

traitement d'image : absorption et absorption "nolog"
mention de la réduction des franges ?

2.5 Nuages typiques

qu'obtient-t-on comme MOTs, mélasses, nuages ultra-froids avec notre dispositif

Chapitre 3

Dispositif expérimental : des atomes de Rydberg sur puce

3.1 Excitation et détection d'atomes de Rydberg

Schémas d'excitation

schéma laser : schéma de niveaux (60s ou 50d) et schéma optique

Schémas de détection

state selective ionization signaux d'ionisation et toutes les subtilités

3.2 Problème des champs électriques près d'une puce

L'élargissement Stark inhomogène

raies de plusieurs dizaines de MHz de large, drift

Recouvrir la puce de rubidium

dispositif dispensers et raies fines

Contrôle du champ électrique

Lhomond et CdF, électronique de contrôle
électrodes RF pour la circularisation (Simion ?)

3.3 Spectroscopie microonde

mention rapide des domaines de transition entre les niveaux de Rydberg

Chapitre 4

Interaction entre atomes de Rydberg sphériques

4.1 Régimes d'excitation en nuage dense : blocage et facilitation

Rappels sur l'interaction

hamiltonien d'interaction de paire
approximation de N atomes comme somme de $\frac{N(N-1)}{2}$ paires

Le blocage dipolaire et la facilitation

les deux régimes d'excitation déterminée par les interactions
négligeabilité des excitations de paires

4.2 Spectroscopie optique du nuage et simulations

Élargissement de la raie laser par interactions

conséquence de la facilitation

Simulations

modèle d'équation de taux
résultats de simulations comparés aux manip
question du chauffage

4.3 Spectroscopie microonde du nuage

Spectre des énergies d'interaction du nuage

détails sur la spectro 60s-57s, dont la quasi absence de terme d'échange dans l'interaction

Mouvement du nuage de Rydbergs

Le gaz gelé ne marche pas !

Chapitre 5

Des atomes de Rydberg circulaires sur puce

5.1 Comment exciter des atomes de Rydberg circulaires

Les niveaux atomiques du fondamental au Rydberg circulaire

schéma de niveaux et Stark maps

Spectroscopie 5s-50d

en champ nul et en champ non-nul \rightarrow choix de m_j

Spectroscopie 50d-50f

en champ nul et en champ non-nul \rightarrow choix de m_l et problème d'élargissement

Le passage adiabatique

et le dispositif radio-fréquence

5.2 Comment caractériser les atomes de Rydberg circulaires

Spectroscopie microonde

50c-51c et optimisation de la RF

50c-49c ?

Temps de vie

temps de vie théorique, temps de vie mesuré, température effective

Temps de cohérence

franges de Ramsey

5.3 Théorie de la force pondéro-motrice appliquée aux 50C

et description du laser de piégeage

5.4 Piégeage des atomes circulaires

chute par gravité et/ou expansion du nuage compensée par un tube de lumière