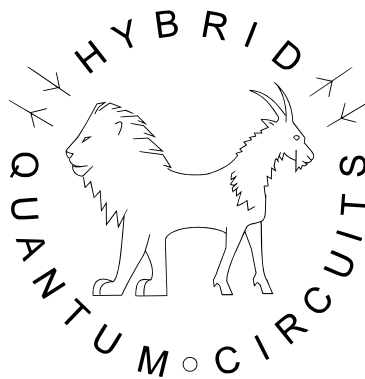

Rapport de Stage Industriel

Mise en place d'une expérience à très basse
température et étude d'effets quantiques dans des
systèmes nanométriques

FÉLIX PIÉDALLU

FILIÈRE PNS 2014-2015

Au sein de l'équipe HQC



Sous la direction de Takis KONTOS et Laure BRUHAT

Table des matières

Introduction	3
1 L'expérience	4
1.1 Interaction d'électrons et de photons dans un nanotube de carbone	4
1.1.1 Un milieu 1D (nanotube)	4
1.1.2 Une cohérence spatiale (atome artificiel)	4
1.1.3 L'interaction Électrons/Rayonnement Gigahertz	4
1.1.4 Quelques exemples d'expériences	4
1.2 Fabrication des nanotubes de Carbone	4
1.3 Utilisation du champ magnétique	4
2 Le cryostat à dilution	5
2.1 Principe d'un cryostat à dilution	5
2.2 Cryostat sec : Principe du tube à gaz pulsé	5
3 Le câblage DC et RF	6
3.1 Principe des câbles coaxiaux	6
3.2 Thermalisation électronique	6
3.3 Filtrage des lignes DC (utile ici ?)	6
3.4 Fabrication des câbles coaxiaux	6
3.5 Caractérisation des câbles coaxiaux	6
4 Les résultats de l'expérience (avant et/ou après câblage)	7
5 Bilan	8
5.1 Guide de câblage, d'utilisation du VNA,...	8

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Takis Kontos et Laure Bruhat pour m'avoir accueilli au sein de l'équipe HQC, ainsi que pour m'avoir encadré durant ce stage. De plus, je souhaite remercier l'ensemble des membres de l'équipe avec lesquels j'ai pu échanger sur leurs projets de recherche. Enfin, je souhaite remercier Phelma Grenoble-INP pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage.

Hybrid Quantum Circuits

L'équipe HQC fait partie du Laboratoire Pierre Aigrain, le laboratoire de l'ENS Ulm spécialisé dans la physique de la matière condensée et la physique mésoscopique.

Basé à Paris, il regroupe autour de Takis Kontos et Audrey Cottet plusieurs doctorants : Matthieu Baillergeau, Matthieu Desjardins, Matthieu Dartiailh et Laure Bruhat, avec qui j'ai essentiellement travaillé durant mon stage.

Les sujets de recherche sont essentiellement concentrés autour du transport quantique dans des nanotubes de carbone.

Introduction

Chapitre 1

L'expérience

1.1 Interaction d'électrons et de photons dans un nanotube de carbone

1.1.1 Un milieu 1D (nanotube)

1.1.2 Une cohérence spatiale (atome artificiel)

→ Pas de bruit ambiant → cryostat

1.1.3 L'interaction Électrons/Rayonnement Gigahertz

→ Contrôle excellent du signal envoyé → câbles coaxiaux les plus parfaits possibles

1.1.4 Quelques exemples d'expériences

- Cooper Pair Splitter
- Couplage Champ électrique/Trajectoire/Spin

1.2 Fabrication des nanotubes de Carbone

1.3 Utilisation du champ magnétique

Chapitre 2

Le cryostat à dilution

Afin d'accéder à des températures de l'ordre que la dizaine de milliKelvins, l'équipe a décidé d'utiliser un cryostat à dilution sec.

2.1 Principe d'un cryostat à dilution

Le cryostat à dilution est basé sur certaines propriétés du mélange des isotopes d'Hélium ^3He et ^4He .

Prenons un mélange équilibré liquide (donc pré-refroidi à 1K, nous verrons cela plus tard) ; l' ^4He étant le plus lourd, il tombe au fond et l' ^3He flotte au-dessus.

Ensuite, du point de vue des interactions quantiques dans chacun des liquides, on remarque que les interactions pour l'atome d' ^3He sont plus faibles que pour l' ^4He : les premiers vont descendre dans la phase ^4He , mais pas l'inverse.

Enfin, les atomes d' ^3He sont des Fermions, et le principe d'exclusion de Pauli s'y applique : la solubilité de l' ^3He dans l' ^4He sera limitée aux environs de {6,6% ^3He , 93.4% ^4He }.

On se trouve donc en présence de deux phases : celle, plus légère, d' ^3He pur, et celle de mélange $^3\text{He}/^4\text{He}$.

2.2 Cryostat sec : Principe du tube à gaz pulsé

Chapitre 3

Le câblage DC et RF

3.1 Principe des câbles coaxiaux

3.2 Thermalisation électronique

3.3 Filtrage des lignes DC (utile ici ?)

3.4 Fabrication des câbles coaxiaux

3.5 Caractérisation des câbles coaxiaux

Chapitre 4

Les résultats de l'expérience (avant et/ou après câblage)

Chapitre 5

Bilan

5.1 Guide de câblage, d'utilisation du VNA,...

Conclusion