



## Vers un processeur quantique à base de spins nucléaires

**Spécialité** Physique de la matière condensée

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil**

**Candidature avant le** 26/05/2017

**Durée** 4 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [BERTET Patrice](mailto:patrice.bertet@cea.fr)  
+33 1 69 08 55 29  
[patrice.bertet@cea.fr](mailto:patrice.bertet@cea.fr)

### Résumé

Nous souhaitons démontrer une nouvelle architecture d'ordinateur quantique, basé sur des spins nucléaires individuels dans une matrice de diamant, connectés par des circuits micro-ondes supraconducteurs.

### Sujet détaillé

Les spins dans les cristaux sont parmi les systèmes les plus prometteurs pour l'information quantique de par leur temps de cohérence qui peut atteindre des valeurs colossales (jusqu'à 6 heures mesurées pour un spin nucléaire). Pour réaliser un ordinateur quantique, il est nécessaire de contrôler, mesurer, et coupler un registre de spins individuels, ce qui représente encore aujourd'hui un formidable défi. Dans notre groupe nous sommes engagés dans un projet de recherche qui vise à utiliser les performances des circuits supraconducteurs quantiques, à base de jonctions Josephson, pour y parvenir. La première étape consiste à détecter l'état d'un spin nucléaire unique grâce à des signaux micro-ondes, et de mesurer son temps de cohérence. Pour cela nous fabriquons un résonateur supraconducteur à la surface d'un cristal de diamant au-dessus d'un défaut appelé "Centre NV" qui se comporte comme un spin. De premières mesures prometteuses ont lieu en ce moment dans le groupe, mais qui indiquent qu'un échantillon optimisé est nécessaire. Le stage portera notamment sur la fabrication de cet échantillon optimisé, ainsi que sur les mesures en cours dans le groupe.

### Mots clés

Physique quantique, spin, information quantique, résonance magnétique

### Compétences

- Techniques de salle blanche (lithographie optique et électronique, dépôt de couches minces métalliques) - Mesures micro-ondes à très faible bruit - Cryogénie - Optique

---

**Logiciels**

---

## **Towards a nuclear-spin based quantum processor**

### **Summary**

We wish to investigate a novel quantum processor architecture, based on individual nuclear spins in a diamond matrix, coupled via superconducting microwave circuits.

### **Full description**

Spins in crystals are among the most promising systems for quantum information processing, because of their coherence times which can reach colossal values (up to 6 hours measured for a nuclear spin). In order to build a quantum computer, it is necessary to control, measure, and couple a register of individual spins, which represents a formidable challenge even nowadays. In our group, we have initiated a research project that aims at using superconducting quantum circuits based on Josephson junctions in order to succeed in this goal. The first step consists in the detection of the nuclear spin state using microwave signals, and in the measurement of its coherence time. To do that, we fabricate a superconducting resonator on top of a diamond Crystal, right above a defect called "NV center" which behaves as an electronic spin. Promising preliminary measurements are obtained right now in the group; but they seem to indicate that a new optimized sample would be needed. The internship will consist in the fabrication of this optimized sample, as well as to taking part to ongoing measurements in the group.

### **Keywords**

quantum physics, spin, quantum information, magnetic resonance

### **Skills**

- Cleanroom techniques (optical and electron-beam lithography, metallic thin film evaporation) Ultra-low-noise microwave measurements Cryogenics Optics

### **Softwares**