

# Le Hong Hoang TO

## Titre : Transitions de phase quantiques de l' $\text{YxSi}_{1-x}$

**Résumé du projet de thèse:** Le désordre joue un rôle important dans le transport électronique à basse température et est toujours un problème actuel de la matière condensée : la combinaison des interactions coulombiennes et du phénomène de localisation peut modifier l'état fondamental d'un système électronique. La compréhension des effets du désordre à l'approche des transitions de phase quantiques métal-isolant (TMI) et métal-supraconducteur sur le système amorphe  $\text{YxSi}_{1-x}$  est l'objectif de cette thèse.

Nous avons étudié les propriétés de transport à très basse température (jusqu'à 15 mK) de films amorphes de  $\text{YxSi}_{1-x}$  en fonction du désordre. Ce système a été étudié en modifiant la stœchiométrie ( $x$ ) afin de construire un diagramme de phase électronique du  $\text{YxSi}_{1-x}$  bulk (3D). La TMI se produit à  $x \sim 16\%$ , et le système est supraconducteur entre  $x \sim 21\%$  et  $x \sim 45\%$ . Nous avons également montré qu'un traitement thermique permet de modifier la conductivité et la température critique dans le cas supraconducteur, rendant le système moins conducteur. En parallèle, nous avons caractérisé la morphologie des films par microscopie électronique à transmission (TEM) et avons montré que l' $\text{YxSi}_{1-x}$  reste amorphe et homogène jusqu'à des températures de recuit de  $500^\circ\text{C}$ . Au-delà, une ségrégation des atomes d'yttrium a été observée, et le matériau commence à cristalliser sous forme d'oxydes d'yttrium et de silicium au-delà de  $700^\circ\text{C}$  environ.

Dans l'état isolant ( $x=15\%$ ), nous avons mis en évidence des sauts hystérétiques de courant lorsque l' $\text{YxSi}_{1-x}$  est soumis à une tension importante. Ces sauts de courant évoluent avec le désordre du système et peuvent atteindre plusieurs ordres de grandeur à fort désordre. Nous avons caractérisé ces variations brutales de courant avec la température et le désordre, et montré qu'ils traduisent un fort découplage thermique entre les électrons et les phonons du film. Le modèle usuel de découplage électron-phonon, dit "d'électrons chauds", permet d'expliquer la tension caractéristique à laquelle ont lieu ces sauts, mais ne permet pas d'expliquer la disparition du saut de courant que nous observons à faible désordre.

## Titre : Quantum phase transitions in $\text{YxSi}_{1-x}$

**Abstract :** Disorder plays an important role in low-temperature electronic transport and is still an active problem in condensed matter physics: the combination of Coulomb interactions and localization can alter the ground state of an electronic system. Understanding the effects of disorder approaching the metal-insulator (MIT) and the metal-superconductor quantum phase transitions in the amorphous  $\text{YxSi}_{1-x}$  system is the aim of this thesis.

We have studied the transport properties of amorphous  $\text{YxSi}_{1-x}$  films at very low temperatures (down to 15 mK) as a function of disorder. This system was studied by modifying the stoichiometry ( $x$ ) in order to construct an electronic phase diagram of bulk  $\text{YxSi}_{1-x}$  (3D). The MIT occurs at  $x \sim 16\%$ , and the system is superconducting between  $x \sim 21\%$  and  $x \sim 45\%$ . We have also shown that thermal treatments can modify the conductivity and critical temperature in the superconducting case, making the system less conductive. In parallel, we characterized the morphology of the films through transmission electron microscopy (TEM) and showed that  $\text{YxSi}_{1-x}$  remains amorphous and homogeneous up to annealing temperatures of  $500^\circ\text{C}$ . Beyond this, the segregation of yttrium atoms was observed, and the material begins to crystallize as yttrium-silicon oxides above about  $700^\circ\text{C}$ . In the insulating state ( $x=15\%$ ), we have demonstrated hysteretic current jumps when  $\text{YxSi}_{1-x}$  is subjected to a high voltage. These current jumps evolve with the disorder of the system and can reach several orders of magnitude with high disorder. We have characterized these sudden variations in current with temperature and disorder, and shown that they reflect strong thermal decoupling between the electrons and the phonons in the film. The usual "hot electron" model of electron-phonon decoupling can explain the characteristic voltage at which these jumps occur, but cannot explain the disappearance of the current jump we observe at low disorder.