

## Détecteur supraconducteur ultra-rapide de photons uniques

La technologie des détecteurs supraconducteurs de photons uniques (SSPD) s'est révélée comme étant une brique élémentaire pour de nombreuses applications, incluant la cryptographie quantique, l'optique et le calcul quantique et la communication entre l'Espace et la Terre [1]. De tels dispositifs sont formés d'un long fil supraconducteur (typiquement 100 nm de large et plusieurs microns de long) polarisé juste en dessous du courant critique. Quand un photon incident est absorbé par le fil, cela génère un point chaud lequel détruit localement la supraconductivité et crée une région résistive [2] (figure 1). Ce phénomène induit une impulsion de tension (durée typique  $\sim 5$  ns) qui est utilisée pour détecter l'arrivée d'un photon unique, avant que le fil ne retourne à son état initial.

Depuis une dizaine d'années la détection de photons uniques, basée sur ce principe, s'est développée essentiellement avec des nanofils de Nb et de NbN, fonctionnant à la température de l'Hélium liquide (4K). Cependant, la rapidité de ces dispositifs est limitée par le temps de réinitialisation de l'état supraconducteur lequel est intrinsèquement lié au temps de diffusion électron-phonon dans le supraconducteur. De plus, la contrainte de la température de fonctionnement freine considérablement l'implémentation de cette technologie dans des applications pratiques. Dans ce contexte, l'utilisation de nanofils supraconducteurs à haute température critique présente essentiellement deux avantages : la température critique de l'état supraconducteur est plus haute et le temps de diffusion électron-phonon est plus petit que les temps des SSPD actuels, ce qui devrait permettre une augmentation de la vitesse d'opération.

**Ce projet a pour but de développer un nouveau type de détecteur supraconducteur de photon unique ultra-rapide à base de  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ .**

Au cours de ce stage, nous réaliserons une structuration d'une monocouche de film à haute température critique en BISCCO dont la supraconductivité est contrôlable par effet de champ électrique. En combinant le collage anodique sur un substrat pré-structuré, nous réaliserons des nanofils dont il sera possible de contrôler la température critique par effet de champ.

Le dispositif sera caractérisé électriquement à basse fréquence, à des températures cryogéniques, sous champ magnétique et en présence d'une excitation radiofréquence pour différents dopages. Puis, l'excitation optique du dispositif à l'aide d'une fibre optique et d'un laser permettra d'étudier la réponse du nanofil à une impulsion laser, en présence d'un champ magnétique.

Cette nouvelle génération de dispositif offre une opportunité unique de venir explorer la physique des nanofils à base de supraconducteur à haute température critique dopés par effet de champ pour en faire un détecteur de photon unique.

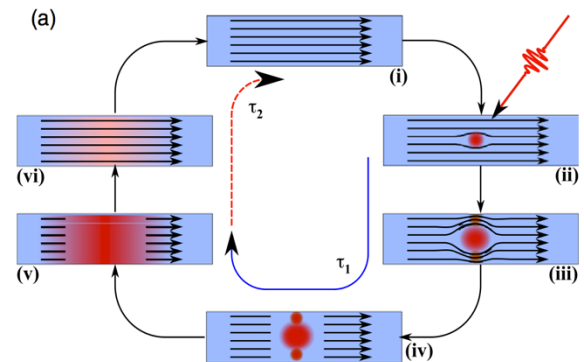


Figure 1: Principe de fonctionnement d'un SSPD (adapté à partir de [2]). (i) Le nanofil est polarisé juste en deçà du courant critique (ii) Un point chaud est créé lors de l'absorption d'un photon (iii et iv) Formation d'une zone résistive à l'origine d'une impulsion de tension mesurable (v) Extension de la zone résistive (vi) Le nanofil retourne à son état supraconducteur original.

