

# P I M S

## Quantique autour des sources de photons uniques

**Objectif :** Prouver qu'une source de photons uniques émet bien des photons uniques



# SOMMAIRE

## I] La théorie

- Principe de la mesure
- Protocole

## II] La pratique

- Les composants
- Le montage

## III] Résultats et limites

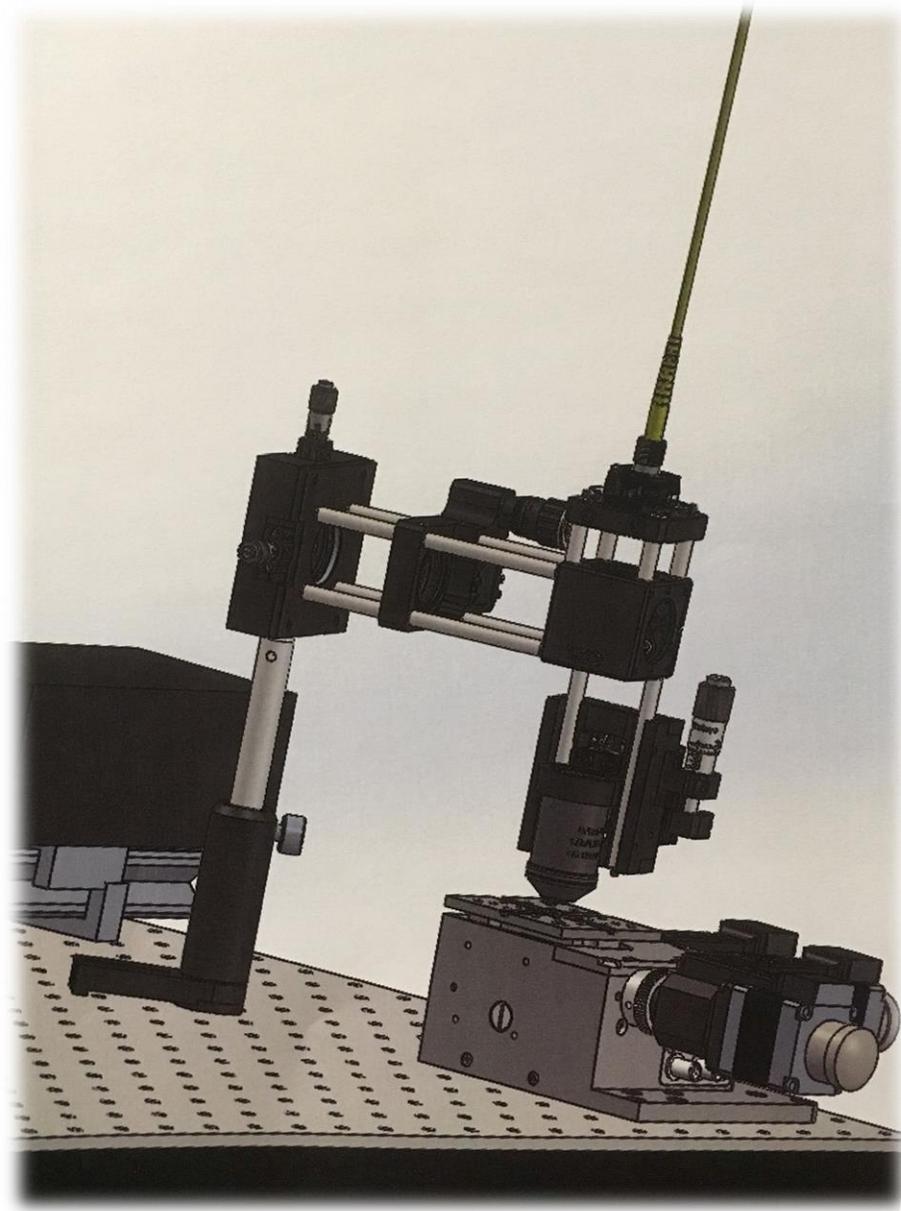


Figure 1 : Objectif du montage simulé sur SolidWorks  
– M. AVIGNON

# Théorie – Principe de la mesure

- Deux chemins possibles pour un photon à l'arrivée d'une lame semi-réfléchissante
- Si on place un détecteur sur chaque sortie, il n'y aura pas de coïncidence pour une source de photon unique
- Traduit par la fonction d'autocorrélation temporelle du second ordre,  $g^{(2)}(\tau = 0) = 0$

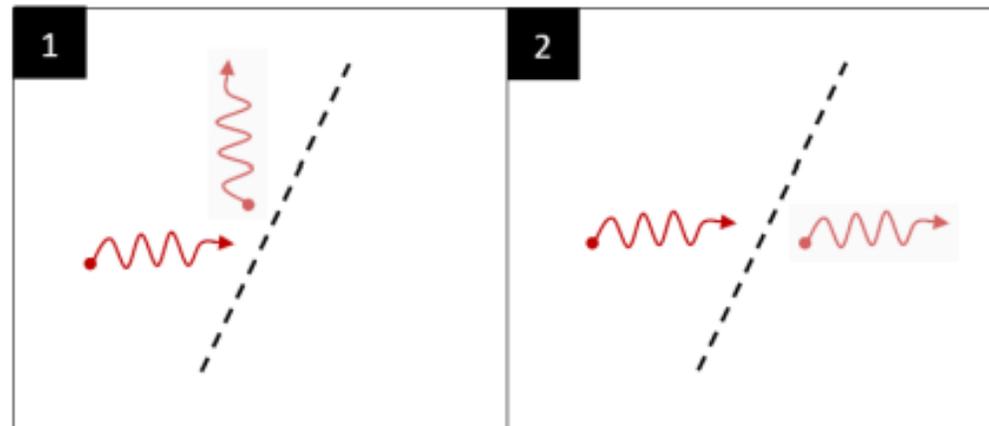


Figure 2 : Deux chemins possibles pour un photon à l'arrivée d'une lame semi-réfléchissante



# Théorie - Protocole

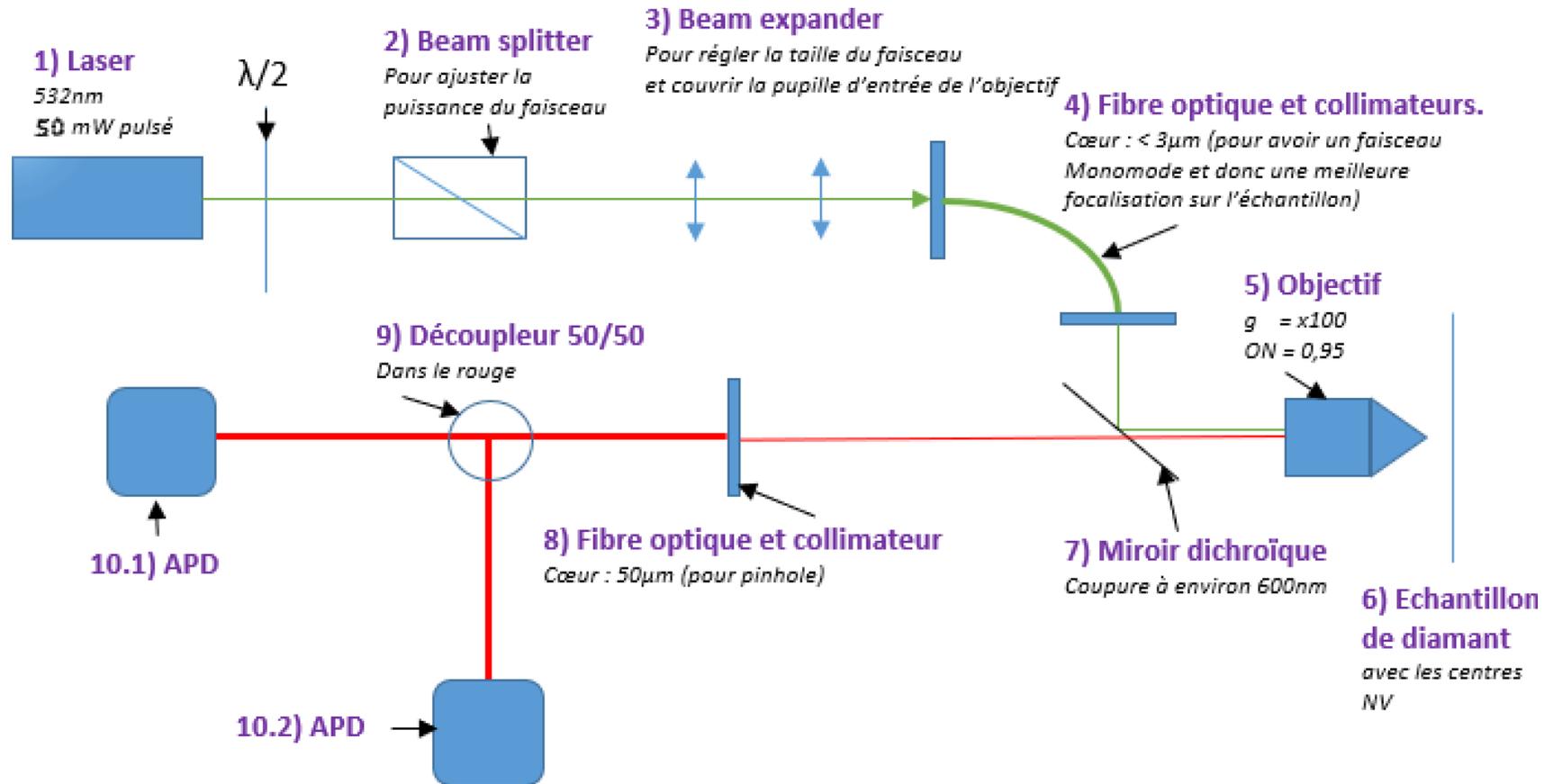


Figure 3 : Schéma du montage



# La pratique – Laser et échantillon

- Le laser va permettre d'exciter l'échantillon. L'échantillon est fluorescent à 532nm et émet à 680 nm(Figure 3), c'est pourquoi le Laser a une longueur d'onde de 532nm
- Régler de puissance laser grâce à un système polariseur – cube séparateur de polarisation.
- La puissance du laser permettant de saturer la fluorescence est de l'ordre de la dizaine de mW.

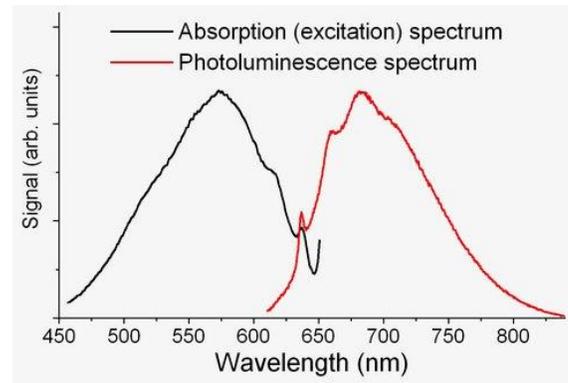


Figure 4 : Spectre d'absorption et spectre d'émission d'un centre NV (selon wikipedia)

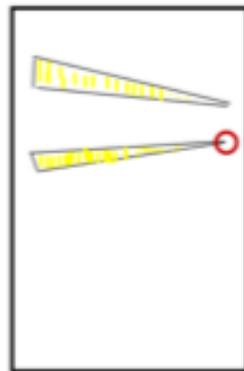


Figure 5 : Schéma de notre échantillon  
Centre NV repérés en rouge

- Les défauts ponctuels dans le diamant permettent sous excitation d'émettre des photons uniques.
- L'échantillon que nous avons utilisé est un dépôt de centres NV sur une plaque de silicium (Figure 4).



# La pratique – L'objectif de microscope

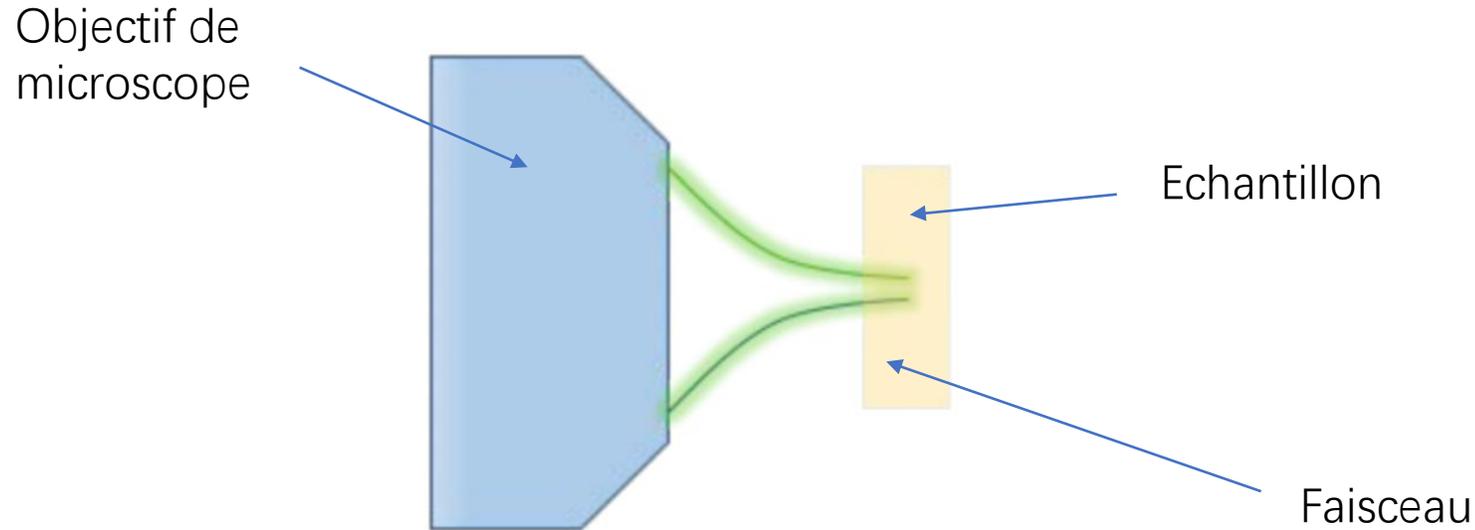


Figure 6 : Objectif de microscope et échantillon

Objectif de grande ouverture (**0.95**) pour collecter le plus de lumière possible en provenance de l'échantillon fluorescent



# La pratique – Fibre monomode

- Guider le faisceau vert jusqu'à l'objectif
- Obtention d'un « mode propre »
- Utilisation d'un agrandisseur de faisceau
- Veiller à un alignement général
- Utilisation d'un « fiber checker »

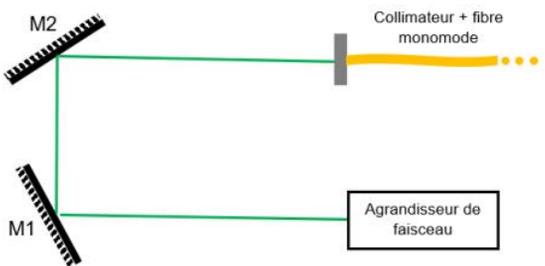


Figure 7 : Réglage en utilisant des miroirs

- Jouer sur les réglages pour optimiser la puissance du spot en sortie
- Utilisation d'un puissance mètre

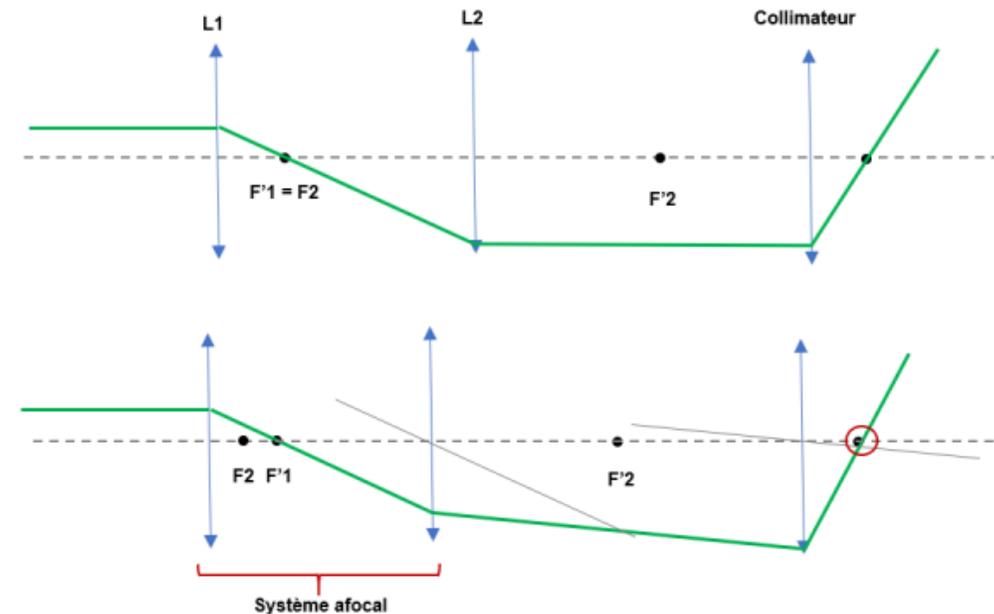


Figure 8 : Réglage du point de focalisation



# La pratique – Fibre multimode et APD

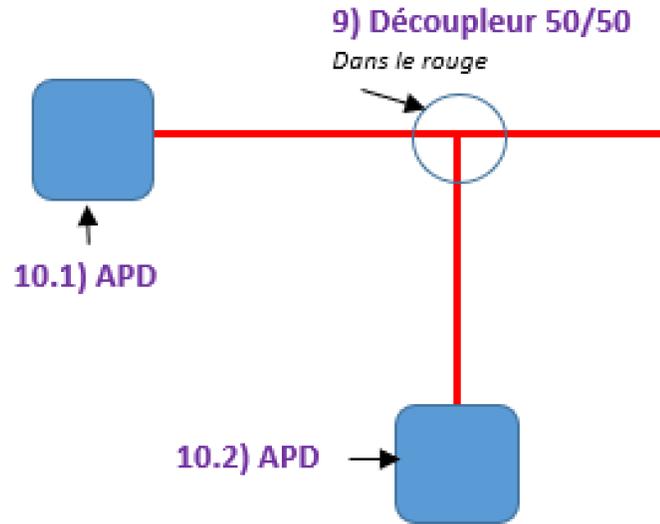


Figure 9 : Partie APD

On utilise donc comme séparateur de faisceau, un **découpleur 50/50**

Le faisceau entre dans la fibre multimode de **50  $\mu\text{m}$**  qui joue le rôle de microscope confocal après avoir été filtré pour ne récupérer que la fluorescence (et non des résidus du laser vert)

Les **APD sont fibrés** afin de faciliter l'alignement des composants (difficile avec un



Figure 10 : Découpleur



# Recherche de la fluorescence et résultat

On observe les réflexions parasites provenant de l'échantillon pour repérer les graduations

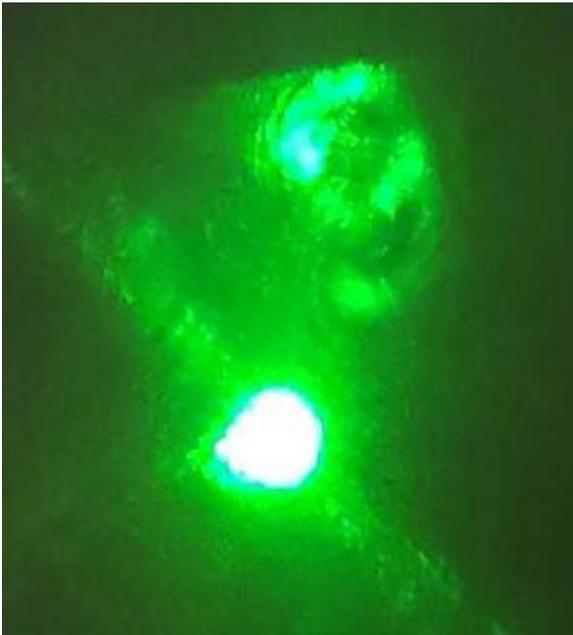


Figure 11 : Observation des réflexions parasites

On essaye de focaliser autour des chiffres pour repérer une zone où l'échantillon fluoresce

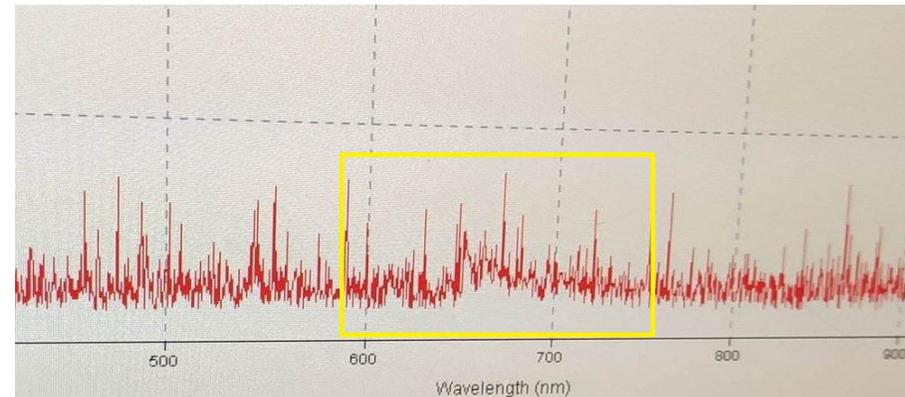


Figure 12 : Observation de la fluorescence à l'aide d'un spectroscope



# Enrichissement personnel

- Acquisition de compétences sur les sources de photons uniques et en optique en général
- Compléter nos compétences d'expérimentateur (injection d'un laser dans une fibre, alignement etc.)
- Gestion de projet, de budget

## A faire ...

- Faire la liaison entre l'expérience et un PC : interface utilisateur (QUDI), gestion du piézo, décompte des photons reçus par les APD, calcul de la fonction  $g^2(\tau)$
- Montage final grâce aux composants commandés

