

Monter un microscope de champ proche « maison » pour observer des molécules uniques

Remigiusz TROJANOWICZ¹, Fabrice CHARRA¹, **Simon VASSANT**¹

Université Paris-Saclay, CEA, CNRS, SPEC, 91191, Gif-sur-Yvette, France

Au cours des 40 dernières années, le développement combiné des microscopies à sonde locale et de la nanophotonique ont permis de franchir la limite de résolution imposée par la diffraction de la lumière. Ces avancées ont permis aux expérimentateurs d'avoir accès au champ proche optique, contenant des informations non accessibles via l'optique propagative.

La sonde locale est utilisée comme une antenne optique permettant de coupler le champ proche au champ lointain et vice-versa, mais aussi d'exalter l'interaction lumière-matière. La spectroscopie Raman exaltée par pointe est un exemple typique, où le champ excitateur est localisé à la jonction pointe-substrat, et où le signal Raman est extrait par cette même pointe avec une résolution qui peut être désormais sub-moléculaire dans des conditions de vide poussé et de basse température [1].

Cependant la présence de la pointe est aussi un élément perturbateur pour la photophysique des objets mesurés. C'est en particulier le cas pour la fluorescence, car la pointe offre à l'émetteur des canaux de désexcitation supplémentaires, réduisant la durée de vie de ses états excités. L'utilisation de sondes locales couplées à des techniques de microscopies de fluorescence à l'échelle de la molécule unique ont permis d'obtenir des mesures quantitatives de ces effets [2,3].

Nous commencerons ce cours par un bref rappel des configurations classiques et historiques de sondes locales couplées à l'optique. Nous nous intéresserons ensuite aux différentes informations que l'on peut obtenir grâce à ces systèmes. Pour finir, nous verrons concrètement comment implémenter une expérience de microscopie de fluorescence à l'échelle de la molécule unique couplée à une sonde locale sans utiliser un microscope commercial ou un système clé en main. Cette dernière partie rentrera dans les détails pratiques du point de vue de l'expérimentateur, en montrant comment monter étape par étape une telle expérience dont quelques résultats sur un système modèle seront brièvement abordés [4].

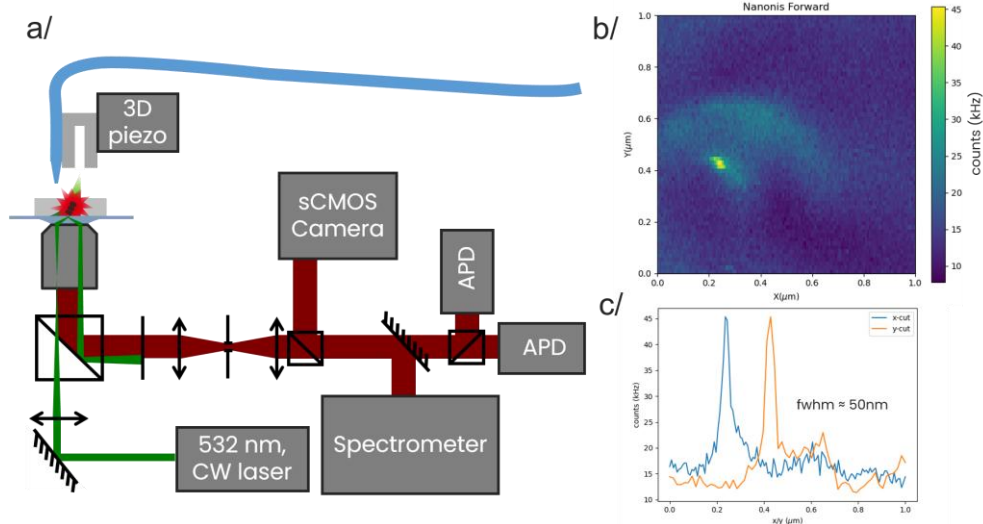


Figure 1: Sonde locale couplée à un microscope de fluorescence pour mesures sur molécules uniques, a/ schéma simplifié de l'expérience, b/ cartographie d'intensité de fluorescence sous pointe d'une molécule unique et c/ profils d'intensité.

Références

- [1] B. Doppagne *et al.*, PRL **118** (12) 2017
- [2] S. Kühnet *et al.*, PRL **97**, 017402 (2006)
- [3] K. Matsuzaki, S. Vassant *et al.*, Scientific Reports **7**, 42307 (2017)
- [4] R. Trojanowicz, PhD dissertation (2023)