

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2012)

## Proposition de stage pour l'année 2011-2012

Date de la proposition : 11/10/11

|   |   |                      |             |
|---|---|----------------------|-------------|
| <b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>                            |   |                      |             |
| Nom / name:   | COOLEN  | Prénom/ first name : | Laurent     |
| Tél :   | 01.44.27.78.31  | Fax :                |             |
| Courriel / mail:  | laurent.coolen@insp.jussieu.fr                                  |                      |             |
| <b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b> Institut des NanoSciences de Paris |   |                      |             |
| Code d'identification :   | UMR 7588  | Organisme :          | UPMC / CNRS |
| Site Internet / web site:   | http://www.insp.upmc.fr/axe3/2_couches_minces/themes_III_25.php |                      |             |
| Adresse / address:  | 4 place Jussieu, 75005 PARIS                                    |                      |             |
| Lieu du stage / internship place:   | campus Jussieu, couloir 22-32, 5 <sup>e</sup> étage             |                      |             |

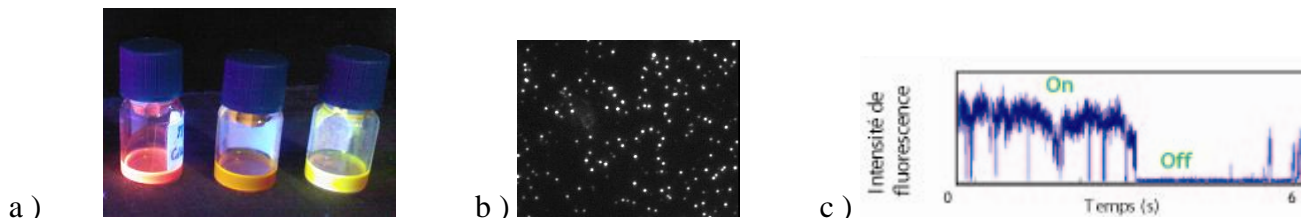
### Propriétés de fluorescence de nanocristaux colloïdaux de CdSe /ZnS

Le stage se déroulera à l'Institut de NanoSciences de Paris, dans une équipe qui étudie l'effet d'une structure photonique et/ou plasmonique sur l'émission d'un nano-émetteur individuel (en l'occurrence, un nanocristal colloïdal de semi-conducteur). Le principe de ces études est que les propriétés de fluorescence d'un nano-émetteur ne sont pas fonction uniquement de ses caractéristiques intrinsèques, mais aussi de son environnement et de sa densité d'états photoniques disponibles (via notamment la règle d'or de Fermi). Le stage proposé porte sur les propriétés de fluorescence des nanocristaux ; la thèse portera plus généralement sur le couplage aux structures photoniques/plasmoniques.

Les nanocristaux colloïdaux considérés sont des sphères de CdSe de quelques nanomètres, obtenues par synthèse chimique en solution. Ces structures sont très brillantes et facilement manipulables ; leur longueur d'onde d'émission est fixée par leur taille (phénomène de confinement quantique), et peut-être choisie dans tout le domaine visible (fig. a). A l'aide d'un microscope, on peut observer simplement un nanocristal individuel posé sur un substrat (fig. b). On montre alors qu'il émet ses photons un par un, et que l'on peut, par une impulsion laser d'une centaine de picosecondes, déclencher l'émission d'un seul photon. Ce phénomène est l'objet de nombreuses études visant à utiliser ces « photons uniques » comme bits en information quantique.

Un défaut a longtemps handicapé l'observation des nanocristaux à l'échelle individuelle : ils « clignotent » de façon aléatoire entre un état allumé (fluorescent) et un état éteint (non fluorescent) (fig. c). Des études menées en particulier à l'ESPCI ont permis de synthétiser une nouvelle famille de nanocristaux enrobés d'une coquille épaisse (de l'ordre de 10 nm), ce qui permet de diminuer drastiquement le scintillement en protégeant le nanocristal des fluctuations de son environnement local.

Le stage portera sur l'étude du rendement quantique de l'émission lumineuse, c'est-à-dire du rapport entre le nombre de photons émis et le nombre de photons absorbés. L'objectif est de faire le lien entre les mesures d'ensemble réalisées sur une solution de nanocristaux et les mesures réalisées au microscope sur des nanocristaux individuels : rendement quantique d'un nanocristal allumé, fraction de temps passée par un nanocristal dans l'état allumé. Une difficulté est que, vraisemblablement, un nombre important de nanocristaux ne sont jamais allumés. Ces nanocristaux « morts » ne peuvent être mis en évidence ni par des mesures d'ensemble, ni par des mesures individuelles de fluorescence. Pour ce faire, des mesures préliminaires d'absorption de nanocristaux individuels ont été réalisées dans l'équipe et seront systématisées au cours du stage.



a ) échantillons de nanocristaux de CdSe de tailles différentes, éclairés par une lampe UV ; b ) image par microscopie optique d'un dépôt de nanocristaux sur une lame de verre (on distingue clairement chaque nanocristal sous forme d'un point blanc) ; c ) Evolution de l'intensité de fluorescence d'un nanocristal individuel en fonction du temps, illustrant le phénomène de scintillement (succession d'états allumés et éteints).

**Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui**

**Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: bourse école doctorale**

|  |   |                                      |   |
|--|---|--------------------------------------|---|
| Lasers et matière                      | X | Lumière, Matière : Mesures Extrêmes  | X |
| Optique de la science à la technologie | X | Plasmas : de l'espace au laboratoire |   |