

**Extrait du Rapport HCERES sur l'Unité : Institut Lumière Matière (iLM)  
Université Lyon 1 & CNRS, Mai 2015**

## **Équipe FemtoNanoOptics**

**Nom des responsables : M. Fabrice VALLEE & Mme Natalia DEL FATTI**

### **Appréciations détaillées**

- **Appréciation sur la production et la qualité scientifiques**

L'équipe « FemtoNanoOptics » est composée d'expérimentateurs, dont les membres fondateurs sont arrivés de Bordeaux (LOMA) en 2006. Elle est constituée de quatre permanents renforcés par plusieurs doctorants et postdoctorants.

Les travaux de recherche de l'équipe reposent sur l'utilisation de méthodes optiques, essentiellement non linéaires et résolues en temps à l'échelle femtoseconde (expériences de type pompe-sonde) ; ces méthodes peuvent être combinées à une méthode de modulation de la position de l'échantillon dite SMS (Spatial Modulation Spectroscopy) qui permet la mesure des propriétés optiques de nano-objets individuels. Les différents aspects scientifiques abordés sont la nano-plasmonique et les transferts de charges, la nano-acoustique et la nano-thermique : transfert de charge ultra-rapide dans une nano-allumette métal/semi-conducteur, mesure quantitative de l'absorption d'un unique nanotube de carbone, limite élastique dans des nano-particules métalliques... Sur la période d'évaluation, l'équipe FemtoNanoOptics a produit une trentaine de publications dans des revues à comité de lecture dont quatre ACS Nano, un Nature Communication, quatre Nano Letters, un Phys Rev Lett... Cette production scientifique démontre une qualité de tout premier plan : environ deux publications /ETP/an dont 40 % dans des revues à facteurs d'impact supérieurs à 6. L'impact de ses travaux est important, 30 % de celles-ci ont déjà été citées plus de 25 fois.

#### **Appréciation synthétique sur ce critère**

L'équipe FemtoNanoOptics montre une production scientifique de tout premier plan dans des revues prestigieuses. En nano-plasmonique, nano-thermique et nano-acoustique, en combinant optique non linéaire et/ou dynamique ultra-rapide, l'équipe est reconnue internationalement pour ses travaux en particulier pour ceux sur des nano-objets uniques.

- **Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques**

Au-delà des indicateurs numériques de publications, la qualité de la production scientifique se traduit par un rayonnement remarquable et un nombre très élevé de contributions orales et invitations : 27 conférences invitées dans des congrès internationaux (soit 1,6 par ETP et par an) à ajouter aux autres communications et séminaires. L'équipe accueille de manière régulière des post-doctorants étrangers et des chercheurs invités. L'équipe a coordonné un réseau Européen NanoSci-ERA et a participé à quatre projets ANR. Les membres de l'équipe participent également à plusieurs instances d'évaluation et de pilotage (CNRS : direction scientifique de l'INP, RTRA : Conseil Scientifique du 'Triangle de la Physique', fédérations : direction de la FRAMA, CNANO, Labex : conseil scientifique du Labex IMUST CNU,...). Un des membres de l'équipe est membre du bureau éditorial de J. Phys. Chem. A titre individuel, chaque membre permanent est distingué par une Prime d'Excellence Scientifique et/ou une appartenance à l'Institut Universitaire de France. L'équipe est régulièrement impliquée dans l'organisation de conférences internationales faisant référence dans le domaine de la photonique et/ou des nanoparticules.

#### **Appréciation synthétique sur ce critère**

L'équipe FemtoNanoOptics bénéficie d'un rayonnement scientifique majeur tant au niveau national qu'international.

- **Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel**

L'équipe est davantage tournée vers la recherche fondamentale que vers les applications industrielles. Cependant un projet ANR, coordonné par l'équipe CEM, est en cours avec la société ARKEMA sur les nanotubes de carbone.

En direction de la communauté scientifique élargie et de l'environnement économique, l'un des membres de l'équipe a été actif dans la Société Française de Physique et a présidé la commission Métiers Scientifiques et Technologiques, en partenariat avec l'ONISEP. On note également des efforts de communication vers un public large comme la réalisation d'une animation 3D sur le principe de la Spectroscopie par modulation spatiale et de nombreux articles de presse.

#### **Appréciation synthétique sur ce critère**

Avec un coeur d'activités très fondamentales, l'équipe est tournée vers l'extérieur au travers de structures scientifiques pluridisciplinaires. Ses compétences expérimentales lui permettent également d'envisager l'étude de nano-systèmes en interaction avec leur environnement, avec des visées davantage applicatives.

#### **• Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe**

Bien qu'impliquée dans diverses instances de pilotage, l'équipe bien structurée et organisée, a développé des collaborations transversales au sein de l'ILM avec les équipes « Agrégats & Nanostructures » et « (Nano)-matériaux et Énergie » dans le cadre respectivement d'expériences résolues en temps sur des assemblées de nanoparticules (agrégats synthétisés en jet triés en taille) et sur des nano-objets uniques (nanotubes de carbone, nanoparticules métalliques) et le développement de simulations numériques. Les équipes Agrégats & Nanostructures et FemtoNanoOptics se sont différenciées dans le choix de la source lumineuse utilisée : lampe blanche pour l'équipe Agrégats & Nanostructures, et lumière laser pour l'équipe FemtoNanoOptics.

#### **Appréciation synthétique sur ce critère**

Tout en mettant en oeuvre ses projets avec succès, l'équipe bien structurée et organisée, a développé des collaborations transversales au sein de l'ILM avec les équipes «Agrégats & Nanostructures » et « (Nano)-matériaux et Énergie » pour des expériences et des simulations numériques.

#### **• Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche**

Les membres de FemtoNanoOptics sont des acteurs majeurs de l'enseignement «académique» en Physique et Chimie (responsabilité Lyon 1 de la Formation "Sciences de la Matière", co-habilitée avec l'ENS Lyon, membre du master et licence L3, membre de la commission pédagogique Lyon1 - ENS Lyon pour la sélection annuelle des auditeurs dans la formation Sciences de la Matière).

Cette forte implication dans la formation est vraie aussi au niveau doctoral. L'équipe a encadré six doctorants dans la période dont 4 ont soutenu leur thèse ce qui est très bon compte tenu qu'il y a seulement deux HDRs dans l'équipe.

#### **Appréciation synthétique sur ce critère**

Forte implication de l'équipe dans la formation et dans l'encadrement doctoral.

#### **• Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans**

Le projet proposé par l'équipe est très ambitieux. Dans la continuité des recherches actuelles, il vise à exploiter leurs compétences instrumentales uniques pour l'étude optique (linéaire ou non) de nano-objets individuels assemblés sur un substrat et, point essentiel, en interaction avec leur environnement. Plusieurs axes sont proposés :

- étude des propriétés électroniques et acoustiques d'assemblées d'agrégats de métal très petits (< 250 atomes) préparés en jet et triés en taille (en collaboration avec l'équipe 'Agrégats et Nanostructures' et pour lesquels on s'attend à observer des effets quantiques de taille. Ces études seront étendues à des agrégats, à nucléarité contrôlée, synthétisés par voie chimique (collaboration avec IRCE-Lyon). Les effets des ligands présents à la surface des agrégats et d'un environnement liquide seront étudiés ;

- réponse optique, acoustique et thermique, étudiées par spectroscopie ultra rapide, de nano-objets uniques : nanoparticules hybrides métal/métal, nanotube de carbone sous pression (ANR Tri-CO) ou des nanoparticules d'aérosol d'intérêt environnemental (collaboration avec l'équipe télédétection).

Dans ces deux axes, la combinaison d'études par Spectroscopie à Modulation Spatiale (transmission ou réflexion) avec les expériences pompe-sonde sera un atout. Ces études seront complétées par des simulations théoriques et par des caractérisations par tomographie électronique des nano-objets.

#### **Appréciation synthétique sur ce critère**

L'équipe propose un projet de recherches ambitieux et unique, de par leurs compétences instrumentales (optique femtoseconde, linéaire ou non, objet unique). On soulignera l'approche duale : caractère fondamental des excitations impliquées et prise en compte du couplage avec l'environnement.

## Conclusion

- **Points forts et possibilités liées au contexte**

La production scientifique et la reconnaissance scientifique sont excellentes malgré la petite taille de l'équipe dont les membres ont tous des activités et responsabilités dans des instances majeures, nationales ou locales.

La mise en place d'un nouveau système de "nanoscopie" optique en champ lointain, pour la détection et la spectroscopie quantitative sur des nanoparticules absorbantes individuelles (jusqu'à 5 nm pour Au et 2 pour Ag) constitue un atout majeur. Cette technique basée sur la modulation spatiale de l'échantillon (SMS) ouvre la voie à des études de nano-objets hétérogènes uniques, en interaction avec leur environnement.

Cette particularité, associée aux compétences en dynamique femtoseconde, permet à l'équipe d'avoir une position de leader au niveau mondial pour les problématiques de nano-plasmonique, nano-thermique et nano-mécanique.

- **Points faibles et risques liés au contexte**

Vu sa notoriété l'équipe pourrait avoir plus de contrats Européens ce qui lui permettrait de recruter des postdoctorants.

- **Recommandations**

Augmenter la participation aux appels d'offre Européens.