



L'optique tient une place importante dans le domaine des Nanosciences et des Nanotechnologies. Les nombreux travaux menés, dans les années 90, en optique en champ proche ont débouché sur une récente et dynamique branche de l'optique : la nano-optique. Ce domaine en plein essor traite de la compréhension, du contrôle et de l'exploitation de l'interaction lumière-matière à l'échelle nanométrique, c'est-à-dire à une échelle très inférieure à la longueur d'onde du champ électromagnétique impliqué. Observer, manipuler, structurer la lumière à cette échelle ouvre la porte à un large champ d'investigations et d'applications.

Le LNIO contribue au développement de la nano-optique qui est associée à de nombreux enjeux scientifiques, technologiques et socio-économiques. Les chercheurs du LNIO travaillent sur de nouveaux concepts et de nouvelles approches, en s'appuyant sur une instrumentation nouvelle et des méthodes inédites de nanocaractérisation et de nanofabrication. Les enjeux socio-économiques couvrent l'énergie (éclairage, photovoltaïque...), les télécommunications, le stockage des données, la santé et la sécurité. Le LNIO fait face à ces enjeux en s'appuyant sur 6 axes de recherche pluridisciplinaires impliquant et incluant plasmonique, optique intégrée, optoélectronique, nouvelles spectroscopies et microscopies, modélisations multiphysiques, nanocapteurs multifonctionnels, nanobio-photonique, nanomatériaux pour la photonique, photochimie et photophysique.

Le laboratoire participe également à la thématique transverse « Sciences et Technologies pour la Maîtrise des Risques » de l'UMR CNRS 6279. Les travaux menés au sein du LNIO concernent essentiellement l'étude et le développement de micro/nanocapteurs dédiés à l'observation et la surveillance des grands systèmes et de leur environnement (détection et identification de composants physiques et biochimiques). Les activités du LNIO dans ce cadre s'étendent à des domaines variés tels que le marquage optique, la sécurité de l'information optique et les risques énergétiques.

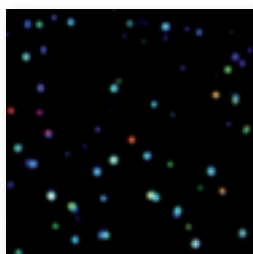
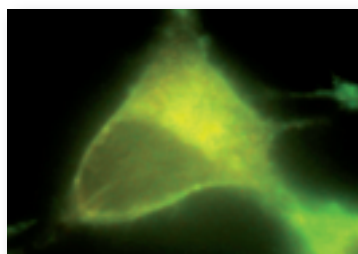
Au-delà des activités de recherche amont, les membres du laboratoire s'investissent dans des actions de valorisation et de transfert de technologie et mènent des travaux de R&D en partenariat avec le monde industriel.

Enfin, le laboratoire est porteur d'une plateforme régionale NANOMAT (www.nanomat.eu) dédiée à la nanofabrication et nanocaractérisation des matériaux, avec l'ambition d'acquiescer à terme une lisibilité nationale et internationale.

Membres du LNIO : environ 60 personnes dont 20 enseignants-chercheurs, 8 ingénieurs, 6 post-doctorants, 20 doctorants et 6 stagiaires master.

AXES DE RECHERCHE

- **Nanospectroscopie**
 - Instrumentation et nanocapteurs
 - Microscopie et spectroscopie optique en champ proche (UV, visible, IR).
 - Nanoscopie Infrarouge et Nanothermique
 - SERS, SEIRA, nano-optique non linéaire
 - Interaction nanoparticules métalliques - luminophores
 - Spectroscopie d'extinction/diffusion
- **Plasmonique moléculaire et nanophotochimie**
 - Nanophotochimie/physique
 - Interaction plasmons de surface/sondes moléculaires (photosensibles ou thermosensibles)
 - Nanomatériaux polymères : fonctionnalisation, micro-nanophotostructuration
 - Plasmonique moléculaire/hybride/active
 - Nanosources optiques plasmoniques
 - Photo-moteurs moléculaires
- **Nanophotonique**
 - Instrumentation : spectroscopies et microscopies en champ proche optique pour la caractérisation de composants et matériaux opto-électroniques (AFM, Tuning Fork, sondes à ouverture et sondes diffusantes)
 - Composants : plasmonique intégrée, photonique sur silicium, spectrométrie intégrée, capteurs optiques intégrés, micro-pointes optiques
 - Matériaux : cristaux photoniques actifs, métamatériaux, oxyde de zinc et silicium
- **Simulation et modélisation**
 - Méthodes FDTD et DDA
 - Méthodes de Green surfacique et volumique
 - Méthode modale aperiodique de Fourier
 - Méthode différentielle
 - Méthodes évolutionnaires
 - Dispersion des métaux
- **Nanobiophotonique**
 - Spectroscopie de corrélation de fluorescence
 - Imagerie de fluorescence
 - Analyse in vivo
- **Nanofabrication**
 - Lithographie électronique
 - Gravure chimique (RIE/IBE)
 - Lithographie optique (1 et 2 photons, interférométrique, 2D, 3D...)
 - Fonctionnalisation de surfaces
 - Autoassemblage et autoorganisation
 - Synthèse chimique et croissance photo-assistée de nanoparticules



Le LNIO est organisé autour de **six axes de recherche**.

Nanospectroscopie

Les activités portent sur l'étude fondamentale de l'émission de lumière de nanoobjets et des processus linéaires et non linéaires associés. En particulier, sont étudiés les transferts radiatifs et non radiatifs entre nanoparticules métalliques et molécules.

Plasmonique moléculaire et nanophotochimie

Les projets ont en commun l'étude des interactions locales entre nanosources plasmoniques et systèmes moléculaires photosensibles. Des systèmes plasmoniques (nanosources, nanoantennes...) et des matériaux organiques photosensibles sont réalisés et caractérisés. Un des objectifs visés est le développement de systèmes plasmoniques actifs, de nanomatériaux hybrides et de sondes moléculaires.

Nanophotonique

Le contrôle de l'interaction lumière-matière à l'échelle nanométrique est ici abordé en incluant à la fois le développement de nouvelles instrumentations (SNOM hétérodyne, SNOM multi-échelle, microphotoluminescence), de systèmes et composants intégrés (photonique et plasmonique SOI, spectromètres intégrés et capteurs associés) et de matériaux photoniques multifonctionnels : oxyde de zinc, silicium et métamatériaux.

Simulation et modélisation

Différentes approches de modélisation permettent d'étudier l'interaction lumière/nanoobjets. L'accent est mis sur l'optique des nanostructures métalliques. Les études incluent confrontation expérience-théorie, influence de l'environnement extérieur (indice de réfraction, milieu à gain, anisotropie), et optimisation par résolution du problème inverse.

Nanobiophotonique

La problématique générale porte sur l'organisation à l'échelle sub-micrométrique de la membrane des cellules vivantes. Des outils d'imagerie et spectroscopie dédiés à la biophysique sont développés, comme la FCS (Fluorescence Correlation Spectroscopy) dans des volumes de taille nanométrique.

Nanofabrication

L'objectif de cet axe est la réalisation de nanoobjets et matériaux nanostructurés pour la nanooptique en se reposant sur deux approches complémentaires : top-down (lithographie e-beam, optique, gravure RIE...) et bottom up (synthèse chimique, auto-assemblage, fonctionnalisation de surface...).

EXEMPLES DE TRAVAUX DE RECHERCHE

- **NANOANTENNA (projet européen)** : développement de capteurs ultrasensibles de protéines indicateurs précoces de pathologies
- **HYNNA (ANR)** : développement de nouvelles nanosources optiques hybrides intenses
- **PLACIDO (ANR)** : intégration de nanostructures plasmoniques en photonique sur silicium

PARTENAIRES PUBLICS ET PRIVÉS

- **Ministères**
- **Collectivités territoriales**
- **ANR**
- **CNRS**
- **CEA**
- **Europe : FEDER, FP7**
- **Groupes industriels**
- **IFREMER**
- **Ligue contre le cancer**
- **PME-PMI**
- **EPF-École d'ingénieur**

Renaud Bachelot
Responsable équipe

ICD / LNIO
Université de technologie de Troyes
12 rue Marie Curie – BP 2060
10010 TROYES cedex

Tél. : 03 25 71 56 65
Fax : 03 25 71 84 56

renaud.bachelot@utt.fr

