

# HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Département d'Évaluation de la Recherche

Évaluation de l'unité :

Institut FRESNEL

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Aix-Marseille Université

Centrale Marseille

Centre National de la Recherche Scientifique – CNRS

Campagne d'évaluation 2016-2017 (Vague C)

# HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Département d'Évaluation de la Recherche

*Pour le HCERES,<sup>1</sup>*

Michel Cosnard, président

*Au nom du comité d'experts,<sup>2</sup>*

Hervé Maillotte, président du comité

---

En vertu du décret n°2014-1365 du 14 novembre 2014,

<sup>1</sup> Le président du HCERES "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5)

<sup>2</sup> Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2)

## Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.

Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité : Institut FRESNEL

Acronyme de l'unité :

Label demandé : UMR

N° actuel : 7249

Nom du directeur  
(2016-2017) : M. Stefan ENOCH

Nom du porteur de projet  
(2018-2022) : M. Stefan ENOCH

## Membres du comité d'experts

Président : M. Hervé MAILLOTTE, CNRS Besançon

Experts : M<sup>me</sup> Adeline BONVALET, CNRS Palaiseau (représentant des personnels d'appui à la recherche)

M. Christophe BOURLIER, CNRS Nantes

M. Laurent COGNET, CNRS Bordeaux

M<sup>me</sup> Béatrice DAGENS, CNRS Palaiseau (représentant du CoNRS)

M. Brahim GUIZAL, Université de Montpellier

M. Olivier HAEBERLE, Université de Haute Alsace

M. Yves JOURLIN, Université Jean Monnet (représentant du CNU)

M. Franck MARZANI, Université de Bourgogne

M. Ronan SAULEAU, Université de Rennes 1

Déléguée scientifique représentante du HCERES :

M<sup>me</sup> Odile PICON

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Pierre CHIAPPETTA, AMU

M. Bruno COCHELIN, ECM

M. Younis HERMES, CNRS

M. Laurent NICOLAS, CNRS

Directeur de l'École Doctorale :

M. Conrad BECKER, ED n° 352, « Physique et Sciences de la Matière »

## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

L'Institut FRESNEL, créé le 1<sup>er</sup> janvier 2000 à partir du regroupement de trois laboratoires (le Laboratoire d'Optique des Surfaces et des Couches Minces ; le Laboratoire d'Optique Electromagnétique ; le Laboratoire Signal Image), est une Unité Mixte de Recherche (UMR 7249) dont les tutelles sont Aix-Marseille Université (AMU), École Centrale de Marseille (ECM) et le CNRS. L'ensemble de l'Institut a été regroupé sur un site unique depuis 2008, situé dans les anciens locaux de l'École Centrale de Marseille (Domaine Universitaire de Saint-Jérôme), auxquels s'ajoute depuis juin 2015 un nouveau bâtiment (Espace Photonique) abritant plusieurs plateformes technologiques et instrumentales du laboratoire. Deux autres infrastructures expérimentales mutualisées, utilisées ou opérées par certains membres de l'Institut, sont par ailleurs implantées à l'extérieur du site : il s'agit d'une chambre anéchoïque localisée au Centre Commun de Recherche en Micro-ondes (CCRM) à Polytech Marseille (Château-Gombert, 4 km) et d'installations pour l'ophtalmologie au sein du Centre Européen de Recherche en Imagerie MÉdicale (CERIMED) sur le campus de la Faculté de Médecine (La Timone, 9 km).

### Équipe de direction

L'Institut est dirigé par un directeur, assisté d'un directeur adjoint. Un bureau de direction gérant l'ensemble des dossiers de l'unité et ses interactions avec les tutelles et partenaires comprend, en outre, la responsable administrative et financière et trois conseillers scientifiques. Le bureau couvre l'ensemble des thématiques scientifiques de l'unité.

### Nomenclature HCERES

Domaine disciplinaire principal :

ST6 Sciences et technologies de l'information

Domaines disciplinaires secondaires :

ST2 Physique

ST5 Sciences pour l'Ingénieur et de la communication

SVE2 Biologie Cellulaire, Imagerie, Biologie Moléculaire, Biochimie, Génomique, Biologie Systémique, Développement, Biologie Structurale

### Domaine d'activité

Selon la direction de l'unité, l'activité se décline selon les quatre points suivants (par ordre de décroissance) : développement d'une recherche académique (60 %), formation par la recherche (20 %), interactions avec l'environnement (10 %) et appui à la recherche (10 %). Il ressort de la visite du comité d'experts que les interactions avec l'environnement sont réelles et en plus forte proportion que les pourcentages ci-dessus indiqués dans le dossier d'évaluation.

Effectifs de l'unité

Composition de l'unité	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	48	51
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	18	18
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	16	24
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)	22	
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)	1	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	10	
N7 : Doctorants	52	
TOTAL N1 à N7	167	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	43	

Bilan de l'unité	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	78
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	41
Nombre d'HDR soutenues	16

## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Les domaines d'expertise scientifique de l'Institut FRESNEL sont l'optique-photonique, l'électromagnétisme, l'imagerie et le traitement de l'information. Les recherches menées ont ainsi pour trame directrice l'interaction entre les ondes (ou, maintenant, les photons) et la matière ou les objets, souvent à l'échelle nanométrique. Elles s'appuient sur un ensemble d'équipements et de plateformes technologiques et instrumentales spécifiques de très haut niveau. Elles débouchent sur la réalisation de composants, de méthodes d'imagerie et de microscopie innovants, en passant par le traitement numérique des signaux et des images, dans le but de proposer de nouveaux concepts et répondre à la fois à des questions fondamentales et à des problèmes applicatifs et sociétaux. Le domaine applicatif principal porte sur les nanosciences, les nanotechnologies, les matériaux et procédés ; viennent ensuite les technologies de l'information et de la communication puis la santé humaine et animale. Cet ensemble d'activités montre que la pluridisciplinarité est partie intégrante de l'âme de l'Institut, en particulier au niveau des activités biomédicales avec l'intégration au cours de cette période contractuelle de biologistes puis, prochainement, de médecins.

L'Institut FRESNEL est un laboratoire phare au niveau national, tant au niveau de la recherche amont que de la recherche appliquée qui sont en lien naturel pour la majorité des activités. Il se positionne parmi les instituts leaders au niveau mondial sur plusieurs axes scientifiques dans les domaines de l'optique-photonique et de l'électromagnétisme.

Au cours de l'actuelle période quinquennale, le laboratoire est passé très rapidement de 8 à 13 équipes de recherche, rendant son animation et sa lisibilité scientifique délicates. Il a alors entrepris depuis un peu plus de deux ans une démarche importante, toujours en cours, de restructuration et de répartition de ses activités dans quatre thèmes scientifiques, alimentant deux lignes de forces autour des images et des composants :

- thème 1 - « Électromagnétisme et métamatériaux » : ce thème développe des modèles et des fondamentaux en électromagnétisme, des méthodes numériques de pointe, des modélisations de composants diffractifs, de nano-composants et de fibres photoniques micro-structurées, des concepts et modélisations de métamatériaux non seulement en optique et micro-ondes, mais aussi dans diverses disciplines (mécanique, sismique, thermique, etc.) ;
- thème 2 - « Nanophotonique et composants optiques » : le thème s'intéresse au développement de composants innovants exploitant les interactions lumière-matière, y compris quantiques, à l'échelle nano, la thermoplasmonique, les nano-résonateurs et nano-antennes optiques, les couches minces optiques et l'interaction laser-matière aux forts flux. Ces activités couvrent tous les aspects de conception, modélisation, fabrication et caractérisation des composants et matériaux ;
- thème 3 - « Traitement de l'information et ondes aléatoires » : ce thème se décline en quatre activités, polarisation et cohérence optique, télécommunications et traitement d'antenne, modèles pour la télédétection, et éléments méthodologiques pour l'image et le signal multi-dimensionnel, en particulier l'analyse des propriétés statistiques du signal ayant interagi avec le milieu sondé ;
- thème 4 - « Imagerie avancée et vivant » : l'activité du thème porte sur les développements conceptuels, analytiques, numériques et expérimentaux de nouvelles approches en imagerie et en microscopie, avec un focus sur l'instrumentation, multimodale (de l'acoustique aux rayons X), la reconstruction numérique et l'étude, biophotonique en particulier, du vivant. Dans ce contexte, la recherche menée est pour partie fortement pluridisciplinaire.

Cette transformation d'ensemble, marquante pour le fonctionnement de l'unité, a eu (et a) pour but d'afficher et de développer une stratégie scientifique plus claire, plus visible, décloisonnée et partagée par les membres de l'Institut (objectif répondant à une recommandation importante du rapport d'évaluation de la campagne précédente). Si les équipes sont actuellement maintenues et se chargent de l'organisation opérationnelle des activités de recherche, les thèmes formés pilotent résolument la politique scientifique et constituent le socle de son projet.

Cette nouvelle structuration thématique, si elle reste à parachever en termes d'articulation du fonctionnement et de l'animation scientifique, dégage une grande cohérence ; elle résulte d'un brassage scientifique et d'une synergie notables, assumés et efficients avec près de 50 % des membres titulaires des équipes contribuant à deux voire trois thèmes. Il en ressort un fort dynamisme d'ensemble de l'unité, un esprit collectivement constructif de la politique scientifique ainsi qu'un engouement naturel pour et vers la pluridisciplinarité (imagerie, traitement de

l'information, physique, biologie, médecine), qui permettent également aux plus jeunes chercheurs et enseignants chercheurs de trouver le terrain favorable à l'expression de leur talent scientifique. L'activité de recherche qui en résulte est globalement d'excellente qualité et débouche sur une très bonne production scientifique, à la fois sur le plan des publications académiques, nombreuses, fortement citées pour certaines, et sur le développement d'innovations, également foisonnantes et pertinentes. Cette période contractuelle a dégagé notamment un ensemble de résultats pionniers (sur les métamatériaux, la nanophotonique sur molécule unique et la thermoplasmonique, l'instrumentation biophotonique, etc.), excellents voire exceptionnels, publiés dans des revues de prestige et suscitant un nombre très important de présentations invitées. Ces résultats originaux, qui confortent le rayonnement de l'unité au plus haut niveau mondial, couvrent toute la palette de la frontière de la connaissance à l'application sociétale, ainsi qu'en témoignent les distinctions décernées à plusieurs membres de l'Institut (de la médaille d'argent CNRS au prix FIEEC de la recherche appliquée en passant par deux bourses ERC, etc.).

Une force incontestable de l'Institut FRESNEL réside dans sa capacité à accueillir des scientifiques de renom, à développer et entretenir des échanges et des collaborations académiques avec de nombreux laboratoires locaux, nationaux et internationaux renommés, et s'engager avec eux dans des projets collaboratifs, surtout au niveau national (la participation et la coordination de projets européens reste toutefois limitées). Le nombre de projets est en forte hausse durant cette période contractuelle et apporte à l'Institut d'importantes ressources financières et en personnel non permanent. Certains partenariats sont pérennes et d'envergure comme en témoignent deux laboratoires internationaux associés (Australie, Israël). À ce titre, il convient de souligner la dynamique pluridisciplinaire d'interaction locale, voire maintenant d'osmose, remarquable avec des équipes en sciences du vivant, pour lesquelles les instruments novateurs d'imagerie et de microscopie développés constituent une véritable valeur ajoutée, et sont donc pleinement utilisés au quotidien, pour les recherches dans leurs propres disciplines.

Pour la plupart des activités, les partenariats industriels ou sociétaux ne sont pas en reste. L'Institut FRESNEL est un acteur très reconnu aux niveaux régional et national, doué d'une forte attractivité auprès des entreprises et des organismes à vocation plus finalisée (CNES, CEA, etc.) pour lesquels les hautes compétences et savoir-faire applicatifs qu'il développe dans plusieurs domaines (couches minces optiques, endommagement laser, traitement d'images, etc.) font de lui la référence nationale. Il est ainsi remarquablement inséré dans le tissu socio-économique, pour le développement d'activités plus finalisées. Cette dynamique engendre, surtout pour les thèmes 2 et 4, de nombreux contrats industriels avec un volume financier important et débouche sur des partenariats durables, deux laboratoires communs, de nombreux brevets, des projets de maturation et transfert, etc., jusqu'à trois licences d'exploitation concédées à des entreprises.

L'unité est également très active dans la formation par la recherche ; son attractivité lui amène un très grand nombre de doctorants locaux, nationaux et internationaux d'origines diverses, dont les thèses se déroulent pour la plupart sur une durée quasiment de trois années avec en moyenne une très bonne production scientifique. L'insertion professionnelle des docteurs est excellente, avec un bon équilibre entre le monde académique et le secteur privé. Les membres de l'Institut s'impliquent par ailleurs fortement dans les formations LMD (Licence-Master-Doctorat) ou ingénieurs locales et s'investissent beaucoup dans la formation externe via des écoles d'été. Un point remarquable est l'implication dans la constitution et la coordination d'un programme de Master « Europhotonics » et de Doctorats Erasmus Mundus puis Erasmus +.

Il se dégage de ce dynamisme collectif une « culture Fresnel » affichée et harmonieuse, qui contribue largement à la bonne ambiance et la bonne marche du laboratoire, de sa gouvernance, et de ses succès scientifiques et partenariaux, même si l'unité souffre, comme la plupart des laboratoires français, de difficultés de recrutement de personnel statutaire et de promotion de ses jeunes enseignants-chercheurs et ITA/BIATSS. Ce dynamisme est également pour bon nombre des membres de l'Institut un facteur naturel d'irrigation proactive de la diffusion de la culture scientifique et technique, tant auprès des médias que du grand public, à travers un grand nombre d'actions et évènements de tous types.

Enfin, le projet de l'Institut consistera bien évidemment à poursuivre et consolider la structuration des quatre thèmes, dont les lignes de forces scientifiques seront logiquement poursuivies et étendues, afin d'assurer notamment encore plus de fluidité entre l'avancée des connaissances amont et leur déclinaison vers la recherche appliquée et les innovations. Le comité d'experts estime sur ce point important qu'il faudra apporter une vigilance particulière à la bonne articulation entre fonctionnement opérationnel, stratégie et animation scientifiques dans l'organisation matricielle équipes/thèmes en cours de mise en place. Prenant pleinement en compte son immersion dans l'écosystème local (Initiative D'Excellence A\*MIDEX et Département Hospitalo-Universitaire Imaging), l'Institut mettra aussi l'accent sur la politique de site avec une forte contribution au déploiement d'instituts thématiques en collaboration étroite avec d'autres équipes marseillaises, dans les domaines des nanosciences et de l'imagerie biomédicale. Dans ce cadre et à titre d'exemple, l'évolution vers l'interdisciplinarité est souhaitée et se concrétise en particulier, en plus des interactions déjà réussies avec la biologie, par l'intégration prochaine d'une équipe



médicale d'imagerie nucléaire et moléculaire (restant localisée dans les locaux du CERIMED), ce qui devrait permettre à l'unité d'occuper un positionnement original et de référence en imagerie biomédicale sur la scène internationale.