

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)

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^{me} Adeline BONVALET, CNRS Palaiseau (représentant des personnels d'appui à la recherche)

M. Christophe BOURLIER, CNRS Nantes

M. Laurent COGNET, CNRS Bordeaux

M^{me} Béatrice DAGENS, CNRS Palaiseau (représentant du CoNRS)

M. Brahim GUIZAL, Université de Montpellier

M. Olivier HAEBERLÉ, 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^{me} 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^{er} 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 efficaces 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.

3 • Appréciations détaillées

La présentation du bilan et du projet de l'Institut FRESNEL est choisie et faite résolument selon les quatre thèmes décrits précédemment :

- thème 1 « Électromagnétisme et métamatériaux » ;
- thème 2 « Nanophotonique et composants optiques » ;
- thème 3 « Traitement de l'information et ondes aléatoires » ;
- thème 4 « Imagerie avancée et vivant ».

L'activité scientifique s'appuie également sur le développement intensif de six plateformes technologiques et instrumentales de très haut niveau, certaines à l'état de l'art international (fabrication/caractérisation de couches minces optiques - Espace Photonique, métrologie par diffusion lumineuse - DIFFUSIF, diffusion lumineuse et analyse multi-échelle - DILUMAM, photonique de puissance (endommagement laser), grande chambre anéchoïque micro-ondes du CCRM, biophotonique), et sur les installations d'optique pour le médical du CERIMED.

L'Institut fait preuve d'un esprit et d'une démarche de recherche pluridisciplinaires. Par exemple, les recherches sur les métamatériaux fertilisent un très large domaine qui va de l'électromagnétisme à la sismique, en passant par la médecine, avec des résultats phares dans chaque discipline. Également, des collaborations locales avec des biologistes et des médecins, la participation/pilotage à des infrastructures biomédicales locales et nationales et surtout l'intégration de biologistes au sein de l'unité ont conduit à des résultats marquants, répondant à la fois à des défis actuels en imagerie (super-résolution, polarisation, reconstruction d'images, etc.) et à des questions fondamentales en biologie et en santé. D'une manière générale les quatre thèmes couvrent un spectre thématique large et diversifié visant des domaines d'applications multiples et variés. Ces bilans montrent indiscutablement la vaste étendue de savoir-faire et les compétences de premier plan de l'Institut. Deux caractéristiques notables viennent de la volonté et de la capacité de tous les thèmes, d'une part à développer une pluridisciplinarité attrayante, voire résolument pionnière, tout en poussant à l'extrême et avec succès les développements de connaissances disciplinaires, d'autre part à assurer un continuum d'activités souvent très bien équilibré du fondamental à l'application, etc., voire à l'innovation.

Critère 1 : qualité et production scientifiques

Points forts et possibilités liées au contexte

L'Institut FRESNEL est incontestablement un laboratoire phare au niveau national en optique-photonique, électromagnétisme, imagerie et traitement de l'information, tant au niveau de la recherche amont que de la recherche appliquée, et parmi les leaders au niveau mondial sur plusieurs axes scientifiques.

Le volume de production scientifique est très important et en forte hausse par rapport à la période précédente de contractualisation (569 articles dans des revues internationales à comité de lecture), avec un très bon taux de publication, de l'ordre de 2,5 ACL/ETPR/an (en comptant 42 ETPR chercheurs et enseignants chercheurs titulaires) et une proportion de 6 % dans des journaux à facteur d'impact supérieur à 7. Dans le service d'information *Web of Science*, on dénombre plus de 830 références sur la période 2011-2016, nombre comparable aux meilleurs instituts d'optique/photonique internationaux de taille similaire. Le taux de citations (>5700, H index = 32, > 7 citations en moyenne par article) est excellent, également comparable aux meilleurs instituts d'optique/photonique internationaux. On peut noter en particulier au moins 10 articles répertoriés comme « Highly Cited Paper » par *Web of Science* (top-1 % des citations de la discipline relativement à l'année de publication), articles concernant tous les thèmes de l'Institut, ce qui témoigne d'une belle homogénéité de la production scientifique phare.

L'unité a réalisé de réelles percées scientifiques ayant un impact significatif, que ce soit pour l'avancement des connaissances fondamentales ou pour le développement de nouvelles applications ou d'innovations :

- pour le thème 1, des découvertes majeures sur les métamatériaux et capes d'invisibilité dans des domaines autres que l'électromagnétisme (acoustique, hydrodynamique, sismique, thermique, biochimie, etc.), au développement de modèles théoriques et de simulations électromagnétiques à la pointe de l'état de l'art ;
- pour le thème 2, des résultats fondamentaux de tout premier plan pour le contrôle/l'exaltation par nano-antennes optiques de l'émission de fluorescence de molécule unique ou de distribution de température à

l'échelle nanométrique par des nanostructures plasmoniques, aux prouesses de conception et de fabrication de couches minces optiques complexes et à l'amélioration de l'endommagement laser ;

- pour le thème 3, des approches originales de la polarisation et de la cohérence optiques en milieux désordonnés, à la mise au point de traitements de signaux et d'images (polarimétrie, hyperspectrale, segmentation) ultra-performants pour divers domaines (télé-détection, imagerie radar, sous-marine, médicale, etc.) ;
- pour le thème 4, des concepts amont innovants d'imagerie multimodale (optique, X, acoustique, RF, etc.), d'endoscopie et de microscopie ultra-résolvante (fluorescence, multiphotonique, Raman, polarisée, OCT, etc.) dont la valeur ajoutée est déterminante pour la caractérisation des matériaux et pour l'imagerie biomédicale aux niveaux tissulaire, cellulaire et moléculaire.

Points à améliorer et risques liés au contexte

En termes de qualité et production scientifiques, il peut encore être recherché un accroissement de publications phares et à fort impact pour les activités très productives, mais à caractère très technique.

Il faut également veiller, pour certaines activités mobilisant un trop faible nombre de chercheurs (parfois un seul !) et ne bénéficiant pas d'un soutien contractuel ou partenarial évident, à ne pas trop diluer ou éparpiller le dynamisme scientifique au détriment du développement de thématiques plus solides et/ou plus emblématiques de l'Institut.

Recommandations

Le comité d'experts recommande à l'Institut de poursuivre sa dynamique d'excellence, en visant le plus possible la visibilité internationale de l'ensemble de ses activités et de sa production scientifiques.

En termes de présentation cependant, le positionnement des activités et des résultats n'est en général pas suffisamment spécifié, même lorsqu'il est de tout premier plan, vis-à-vis des développements des équipes « concurrentes ». La très grande qualité scientifique globale et la spécificité de l'Institut FRESNEL ainsi que l'originalité et le caractère différenciant des résultats par rapport à l'état de l'art gagneraient encore à être mieux positionnés aux plans national et international.

Il serait avantageux de faire encore mieux ressortir, sur quelques actions saillantes, la force et l'intérêt de la pluridisciplinarité et des développements inter-thèmes. Cela permettrait de bien faire sentir le brassage scientifique qui existe réellement au sein de l'unité.


Appréciation sur ce critère

Le niveau de production scientifique de l'unité est très bon quantitativement, en hausse significative par rapport à la précédente période de contractualisation, mais surtout d'excellente qualité avec la démonstration d'un ensemble de résultats exceptionnels, au premier plan international et à très fort impact. Le comité d'experts ne peut que souligner la forte densité scientifique, basée sur l'excellence des cadres, des jeunes talents (ERC) et des principaux acteurs du laboratoire, aidés par des moyens technologiques de très haut niveau.

Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

Points forts et possibilités liées au contexte

Les membres de l'unité se sont vus décerner un grand nombre de distinctions nationales et plusieurs reconnaissances européennes à l'ERC (deux bourses ERC et une bourse ERC Proof of Concept sur la période 2011-juin 2016, auxquelles s'ajoutent 2 nouvelles ERC Consolidator récemment obtenues).

Quatre membres du thème 1 font partie de bureaux éditoriaux de 5 revues internationales. E  un grand nombre de distinctions nationales (médailles d'argent et de bronze CNRS, prix SFO et F2S, prix FIEEC, Grand Prix de l'Académie des Sciences, nomination IUF senior, etc.).

Les thèmes 2 et 4 contribuent fortement au rayonnement de l'unité via la présentation d'un nombre important de conférences invitées (plus de 150), souvent dans des conférences internationales renommées (*Physical Review*

Letters, Physical Review A, Nanoscale, Applied Physics Letters, Laser and Photonics Reviews, Optics Letters, Optics Express, Nature Methods).


Les thèmes font tous preuve d'une forte participation à des comités de conférences internationales et d'un grand dynamisme d'organisation de conférences (une quinzaine d'évènements nationaux et plus d'une dizaine internationaux) et d'écoles d'été, ainsi que d'animation de COST européens et de GDR nationaux. L'implication dans les programmes Erasmus Mundus et Erasmus+ est aussi un signe de grande attractivité.

Les nombreuses sollicitations d'expertises nationales et internationales et l'investissement dans des missions d'intérêt collectif locales et nationales (comités d'évaluation ANR, instances des établissements et ministère de tutelle, tant au niveau scientifique (CNRS-INSIS, CoNRS, CS AMU, CNESER) que pédagogique à AMU et à l'EC Marseille) témoignent de l'excellent rayonnement du laboratoire.

En termes d'attractivité, l'Institut fait preuve d'une dynamique intensive de partenariats et d'échanges scientifiques nationaux et internationaux avec des institutions renommées (ICFO Barcelone, MPI Erlangen, CUDOS Sydney, Institute of Optics Rochester, MIT, Princeton, etc.) ; ces collaborations sont souvent durables, voire pérennes (2 Laboratoires Internationaux Associés ont été formalisés avec le CUDOS en Australie et le Weizmann Institute en Israël). La dynamique de partenariats et d'échanges scientifiques locaux, nationaux et internationaux est excellente.

Il découle de cet ensemble de collaborations une très forte activité contractuelle académique, surtout nationale, mais plus limitée au niveau européen hormis les bourses ERC, avec un grand nombre de projets ANR (> 25, dont environ 40 % en coordination). D'autres contrats réguliers, voire des partenariats privilégiés et pérennes, sont obtenus avec plusieurs organismes nationaux (CEA, CNES, DGA, INSERM, etc.) pour lesquels les compétences spécifiques de l'Institut font référence (p.ex. couches minces, endommagement laser, traitement d'images, etc.). Cette activité contractuelle académique nationale intensive montre bien le rôle de référence du laboratoire pour la plupart de ses thématiques.

L'Institut FRESNEL est un laboratoire phare de l'initiative d'excellence A*MIDEX, récemment pérennisée, et qui constitue un facteur d'attractivité et de ressources important pour l'unité (une chaire d'excellence A*MIDEX).

La culture pluridisciplinaire du laboratoire s'exprime pleinement, par des collaborations fructueuses avec des laboratoires de biologie, de médecine, de chimie, de mathématiques, de géosciences, etc. Pour les activités biophotoniques, les partenariats locaux avec des biologistes et des médecins ainsi que l'implication dans des projets d'infrastructures nationales et investissements d'avenir (France Life Imaging et France bio Imaging) ont conduit à la mutation vers l'Institut FRESNEL de 2 chercheurs et d'un IR  ^{CMRS}, mais aussi au transfert d'instrumentation d'imagerie et de microscopie dans plusieurs laboratoires de biologie marseillais.

La très bonne attractivité globale du laboratoire se juge également par l'accueil d'une quinzaine de chercheurs/professeurs invités (certains particulièrement renommés).

Les membres de l'Institut s'impliquent par ailleurs fortement dans la formation externe *via* plusieurs cours dans des universités extérieures (dont Princeton) ou dans des conférences internationales, et *via* l'organisation ou la participation à une quinzaine d'écoles d'été nationales et internationales.

L'Institut fait preuve d'une très bonne vision du contexte local et est très en phase (et pro-actif) avec une politique de site d'excellence à laquelle il apporte une dynamique exceptionnelle.

On note également un membre de l'unité directeur des études à Polytech Marseille.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Il y a un déséquilibre d'attractivité et de rayonnement au niveau international entre les diverses activités, en partie liée au domaine scientifique. Notamment, le thème 3 mène des recherches de grande qualité, mais plus directement applicatives et également plus diffusives en direction des 3 autres thèmes ; si plusieurs de ses activités très ciblées répondent parfaitement aux besoins d'organismes nationaux (CNES, DGA, Ifremer, etc.) qui le soutiennent, il a plus de difficultés à rayonner au plan international.

L'Union Européenne a reconnu la valeur des recherches menées à l'Institut *via* l'octroi de bourses ERC notamment. Toutefois, mise à part l'implication forte d'une partie des membres de l'unité dans les programmes d'envergure Erasmus, le nombre de projets collaboratifs européens reste limité en regard du grand nombre de projets nationaux et des collaborations européennes, nombreuses également.

Le nombre de conférences invitées n'est pas homogène d'un thème à l'autre, même de manière surprenante pour certaines activités qui sont pourtant à très forte visibilité et de renommée internationale.

Recommandations

Il faut veiller à promouvoir une homogénéité de rayonnement et d'attractivité internationaux pour l'ensemble des thèmes, que ce soit pour les activités très amont ou conceptuelles ou pour les activités plus techniques ou finalisées.

Les activités très (ou exclusivement) positionnées sur le plan national gagneraient à participer à des projets internationaux ou européens afin d'accroître leur rayonnement et leur attractivité.

Appréciation sur ce critère

L'attractivité et le rayonnement de l'unité sont globalement excellents.. Ils positionnent le laboratoire comme un acteur majeur et incontournable de la recherche internationale en optique/photonique et en électromagnétisme.

Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social, culturel et sanitaire

Points forts et possibilités liées au contexte

Pour l'ensemble des thèmes, l'unité apporte des réponses originales et pertinentes à plusieurs défis sociétaux dans le domaine des TIC, de la santé, de l'environnement, des transports, du spatial, du génie civil, de la sécurité et sûreté des biens et des personnes.

La valorisation des recherches est excellente et se traduit par une forte production de brevets (29 brevets dont 3 sous licence d'exploitation par des entreprises et une licence logicielle), des projets de maturation et transfert, en excellente interaction avec la SATT Sud-Est notamment, et la création de deux startups.

L'attractivité auprès des entreprises et l'insertion dans le tissu socio-économique local et national sont également remarquables. Les collaborations avec des industriels sont nombreuses et intensives, de la PME au grand groupe ; plusieurs sont pérennes via des laboratoires communs (CILAS, PSA) ou des thèses CIFRE régulières. L'activité contractuelle sous-jacente en lien direct avec des entreprises est très forte, surtout pour les thèmes 2 et 4. L'accompagnement du montage des projets par les services ad hoc des tutelles est efficace et très apprécié. La participation du laboratoire à l'Institut Carnot STAR témoigne de l'importance de cette activité partenariale industrielle. Les financements de projets à finalité industrielle (FUI, Carnot, SATT, etc.), apportent à l'Institut d'importantes ressources financières et en personnel non permanent (les ressources propres sur financements institutionnels de l'unité s'élèvent à 2,9 M €/an en moyenne).

Les plateformes technologiques et instrumentales contribuent fortement à l'ouverture partenariale.

L'activité biomédicale, en lien étroit et intensif avec des besoins industriels et sociétaux, a été récompensée par le Prix national FIEEC 2015 de la recherche appliquée.

Par ailleurs les aspects socio-culturels ne sont pas en reste, car l'Institut FRESNEL, et particulièrement les thèmes 1 et 4, démontre une grande sensibilité pour la diffusion de la culture scientifique « grand public » et scolaire via des expositions, des conférences, des animations de stands événementiels ou en milieu scolaire, des interventions TV et radio. Le laboratoire sait aussi promouvoir efficacement son image et ses résultats scientifiques à travers la communication institutionnelle de ses tutelles et par une large diffusion dans la presse vulgarisée et les médias français. Le laboratoire fait preuve d'excellence dans la diffusion de la culture scientifique « grand public » et la valorisation socio-culturelle de ses recherches.

Il y a aussi une bonne implication dans la formation professionnelle ou continue (tenue aux flux laser, imagerie vibrationnelle, culture cellulaire et optique pour les biologistes), via les réseaux du CNRS notamment.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Globalement, la part de financement industriel direct est cependant relativement faible, aux alentours de 11 % des ressources propres.

La diffusion de la culture scientifique reste variable d'un thème à l'autre : si pour tous elle est uniquement à but d'affichage de leurs résultats et faits marquants, les thèmes 1 et 4 surtout contribuent en plus à la promotion de l'optique/photonique, ou plus généralement de la science, auprès des scolaires et du grand public.

Les modalités d'accès externe aux plateformes technologiques et instrumentales ne sont pas encore formalisées.

Recommandations

Pour les activités les plus en lien avec le monde industriel, il est important de veiller à rester dans la ligne directrice du thème et d'éviter de tomber dans la dispersion ou dans des activités qui auraient trop un caractère de prestations.

Le comité d'experts recommande au laboratoire de continuer à exploiter au mieux, avec l'aide des dispositifs d'accompagnement dans son entourage, son grand potentiel de maturation et de création de startups, en équilibre harmonieux avec les contrats industriels directs et le *licensing*.

Appréciation sur ce critère

L'Institut FRESNEL peut être considéré au plan national comme un modèle pour ce qui concerne la valorisation socio-économique de ses recherches, pour laquelle il fait preuve de dynamisme et d'une grande propension à générer des innovations pertinentes et potentiellement de rupture. Dans cet esprit, l'activité autour des métamatériaux est un des exemples remarquables d'une démarche scientifique sachant conjuguer les questionnements physiques les plus amont jusqu'à une applicabilité multi-domaines avérée. L'appréciation globale sur ce critère est réellement excellente.

Critère 4 : organisation et vie de l'unité

Le bureau de direction gère l'ensemble des dossiers de l'unité et ses interactions avec les tutelles et partenaires, en s'appuyant sur une consultation systématique des responsables d'équipe pour les demandes de moyens. Les responsables de thèmes sont quant à eux chargés de définir et d'animer la stratégie scientifique du thème. Il n'y a pas de prélèvements additionnels de l'unité sur les contrats de recherche pour accroître ses moyens de fonctionnement.

Parmi les personnels support ou soutien, 10 sont attachés directement aux thèmes scientifiques (8 en instrumentation scientifique - BAP C - et, fait notable, 2 en sciences du vivant - BAP A - pour le thème 4) tandis que 16 interviennent de manière collective au niveau de l'unité, affectés à 6 services communs (accueil-logistique, communication & relations internationales, gestion financière, administrative & ressources humaines, informatique, mécanique & instrumentation scientifique).

À l'heure actuelle, une organisation matricielle (peut-être complexe à opérer) lie les quatre thèmes avec treize équipes internes¹, qui conservent l'organisation opérationnelle. Chaque équipe contribue à un taux variable (5 à 80 %, avec une proportion majoritairement comprise entre 30 et 60 %) à plusieurs thèmes, à l'exception de 3 équipes restant mono-thème. À l'inverse, chaque thème recouvre les activités de plusieurs équipes, typiquement 6 à 9.

La restructuration thématique, naturellement basée sur les interactions transversales parfois fortes qui préexistaient entre les équipes, constitue d'emblée la trame proposée pour cette évaluation, au niveau du bilan, mais aussi et surtout pour le projet de l'unité, pour lequel les thèmes devraient être les organes d'animation majeurs de la politique scientifique.

¹ La liste des 13 équipes internes (qui ne sont pas évaluées en tant que telles) est la suivante :

- ATHENA « Advanced Theory for Electromagnetism and its Numerical Analysis » ;
- CLARTÉ « Contrôle de la Lumière et Analyse du Rayonnement : Traitement Electromagnétique » ;
- COMiX « COherent Microscopy and X-rays » ;
- CONCEPT « Diffusion lumineuse, milieu désordonnés, exaltations multi-diélectriques, chaleur et mimétisme » ;
- DIMABIO « Propagation en milieux aléatoires - Approche multi-échelle » ;
- EPSILON « Electromagnétisme macroscopique et métamatériaux » ;
- GSM « Groupe Signaux Multidimensionnels » ;
- HIPE « Hyperfrequency, Instrumentation, Processing, Experimentation » ;
- ILM « Interaction Laser Matière » ;
- MOSAIC « Biophotonique » ;
- PHYTI « PHYsique et Traitement de l'Image » ;
- RCM0 « Recherche en matériaux, composants et technologies de Couches Minces Optiques » ;
- SEMO « Sondage ElectroMagnétique, Optique ».

Points forts et possibilités liées au contexte

La visite et les multiples entretiens réalisés ont permis de montrer au comité d'experts que l'unité était bien structurée dans son fonctionnement et sa gestion. L'implication et la très bonne qualité du management sont à souligner.

La cohérence de la réorganisation en thèmes est indéniable et très bonne, et de nombreuses interactions entre les thèmes existent via l'implication des chercheurs souvent dans plusieurs thèmes.

La gouvernance du laboratoire est visiblement en bon dialogue et en harmonie avec l'ensemble de ses membres et la vie globale apparaît très bonne, avec l'adhésion collective pour développer un esprit et une culture propres à FRESNEL, bien identifiés et ressentis comme tel à l'extérieur. Sans cette harmonie, l'exercice particulièrement difficile de restructuration en 4 thèmes scientifiques entrepris depuis 2 ans (et qui a sollicité l'avis d'un conseil scientifique externe de 10 membres à l'automne 2015) n'aurait sans doute pas pu être mené aussi efficacement et atteindre le stade de maturité qu'il a aujourd'hui.

En plus des moyens de fonctionnement attribués aux équipes et aux services communs, la gouvernance a mis en place un appel à projet interne, géré directement par le conseil de laboratoire, pour financer le démarrage de nouveaux projets scientifiques ou émanant des services communs, ou soutenir les nouveaux arrivants.

L'organisation du laboratoire s'appuie également sur le développement de six plateformes, certaines à l'état de l'art international, avec des personnels de grandes compétences et s'investissant fortement dans leurs fonctions.

L'activité contractuelle intensive génère un fort taux de recrutement de personnels non permanents (relativement à la taille de l'unité). Ceux-ci sont bien intégrés au laboratoire et contribuent substantiellement à sa forte dynamique.

L'Institut organise des séminaires externes et internes dont la programmation est à la fois de très haute tenue scientifique (orateurs prestigieux) et destinée à une large audience.

Le site web du laboratoire est globalement clair, bien structuré et riche, et de très bonne qualité. La politique scientifique des thèmes et des équipes, ainsi que l'organisation y sont clairement affichées.

L'interaction du laboratoire avec ses trois tutelles est harmonieuse et fluide ; l'unité bénéficie d'un très bon soutien de ses tutelles (prise en charge de frais de fonctionnement (salle blanche), dotations plus importantes en proportion que la majorité des laboratoires nationaux du domaine, décharge aux Enseignants-Chercheurs (EC) de Centrale Marseille d'un demi-service d'enseignement l'année de préparation de leur HDR, etc.).

Le comité d'experts a bien relevé que l'unité était pleinement impliquée et proactive dans la politique de site.

Le laboratoire présente une pyramide des âges plutôt favorable pour les permanents, à savoir une proportion importante dans la tranche d'âge 35-39 ans.

Points à améliorer et risques liés au contexte

L'articulation entre équipes et thèmes pour le management, le fonctionnement opérationnel, l'animation scientifique et l'arbitrage des moyens doit être davantage affirmée. La réorganisation en thèmes résulte en effet d'une constatation et d'un travail au fil de l'eau d'identification et de regroupement des synergies, et de mise en cohérence, etc. La stratégie scientifique globale est donc maintenant élaborée, claire et partagée. Mais en termes d'organisation et de gouvernance des thèmes, il serait bon de préciser les moyens et outils, l'animation, la politique de publication et de recrutements pour qu'elle devienne motrice, pérenne, et qu'elle crée de nouvelles interactions et de la valeur ajoutée scientifique, sans risquer par ailleurs de diluer la réputation d'excellence mondiale propre à de nombreuses activités de l'Institut.

Il existe (pour le moment) un déséquilibre de ressources propres entre les thèmes qui ne doit pas pénaliser la dynamique et le fonctionnement des moins dotés, ni créer un sentiment ou une image de disparité.

Le dossier d'évaluation liste les équipements des plateformes et leurs performances, mais leur mode de fonctionnement opérationnel, en termes de moyens humains (pas d'ITA/BIATSS dédiés, rôle des chercheurs et des enseignants-chercheurs ?) et financiers n'est pas clairement établi. La réflexion sur l'organisation du fonctionnement et des conditions d'utilisation des plateformes devrait s'approfondir afin de pouvoir en exploiter davantage les ressources et assurer leur mutualisation et leur ouverture, en interne comme en externe.

Étant donné la physionomie de l'unité et le taux élevé de recrutements de personnels non permanents (doctorants compris), une information générale sur la vie et l'organisation du laboratoire serait souhaitable, leur permettant une intégration rapide (journée des nouveaux entrants par exemple).

Toutes tutelles confondues et malgré de récents efforts du CNRS en particulier, le nombre de personnels ITA/BIATSS titulaires est faible (ratio de 0,24 par chercheur et enseignant chercheur). À ceci s'ajoute le départ en retraite de deux mécaniciens qui risque d'affaiblir fortement le service mécanique. D'autres besoins sont apparus impérieux au comité d'experts, tel qu'un ingénieur d'études pour le pilotage de l'expérimentation scientifique (fort besoin de suivi et de pérennisation de savoir-faire en instrumentation) et un ITA/BIATSS pour le fonctionnement de la biologie (actuellement deux ITA BAP A dont un contractuel, mais ingénieurs de recherche, dont un au CHU).

Si l'Institut a pu bénéficier de 3 mobilités de chercheurs et d'Ingénieurs Recherche (IR) statutaires en biologie et du recrutement d'une chaire A*MIDEX, le taux de recrutement de chercheurs ou enseignants-chercheurs statutaires est également limité, uniquement un chercheur CNRS en section 08 et un maître de conférence sur la période quinquennale.

Sans gros décalage toutefois par rapport à la situation nationale, on constate des difficultés de promotion marquées des personnels EC et ITA/BIATSS, ce qui pourrait induire du découragement. Pour l'EC de Centrale Marseille, la situation peut se desserrer légèrement grâce à une politique d'affichage d'un poste/an pour la promotion interne en physique. Les ITA/BIATSS ressentent une grande disparité de promotions en fonction des BAP et des tutelles et une réelle difficulté pour le changement de corps, malgré le soutien actif de la direction pour la promotion des personnels.

Le ressenti également d'une grande disparité en termes de formation continue des ITA/BIATSS en fonction des BAP et des tutelles est également une source de préoccupation.

Sans surprise non plus, la charge d'enseignement et administrative pour les enseignants chercheurs en IUT est forte et peut grever leur potentiel en recherche.

Recommandations

Le comité d'experts recommande de poursuivre le gros travail d'articulation entre les thèmes et les équipes, et estime qu'elle serait optimisée en renforçant les capacités opérationnelles des thèmes.

Une vigilance particulière de l'unité et des tutelles devrait être apportée sur la problématique des postes statutaires, surtout ITA/BIATSS, et des promotions EC et ITA/BIATSS.

Pour fluidifier l'organisation fonctionnelle (formation continue par exemple) et mieux harmoniser la stratégie et l'attribution des moyens, *a fortiori* dans le contexte A*MIDEX, le comité d'experts recommande d'examiner le bien-fondé d'une mise en place d'un comité de pilotage régulier entre l'Unité et ses tutelles, garantissant une interaction optimale.

Appréciation sur ce critère


La gouvernance, l'organisation et la vie de l'unité sont très bonnes. La mobilisation collective du personnel pour la restructuration thématique récente en est un marqueur fort. L'articulation globale qui en résulte apporte de l'efficacité et un climat de travail très harmonieux.

Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est très active dans l'encadrement de thèses (78 thèses soutenues sur la période contractuelle et 52 en cours) d'origine diverses, avec une provenance très équilibrée entre recrutements locaux (30 %), nationaux (29 %) et internationaux (41 %).

Tous les doctorants sont inscrits à l'École Doctorale ED 352, « Physique et Sciences de la Matière » (rattachement principal AMU) et ils représentent 1/5 de l'effectif de l'ED. Les membres HDR de l'Institut (43) représentent quant à eux 1/7 du nombre d'HDR de l'ED. Ces deux ratios expriment un très bon taux d'encadrement (52/43) et montrent la vitalité du laboratoire en la matière.

L'unité est représentée au sein du conseil de l'ED par son directeur (également  membre du bureau de l'ED) et un doctorant du laboratoire. En termes d'animation, le laboratoire organise une journée externe annuelle des doctorants, au cours de laquelle ceux-ci présentent l'avancement et les résultats de leur thèse.

L'ambiance qui règne entre les doctorants est très bonne. La durée de leurs thèses est remarquablement courte (37,1 mois en moyenne) en comparaison des durées typiques dans les laboratoires nationaux dans les mêmes disciplines, avec une très bonne production scientifique des docteurs (3 articles en moyenne dans des revues internationales à comité de lecture à l'issue de la thèse).

L'insertion professionnelle des docteurs est excellente, avec un bon équilibre entre le monde académique et le secteur privé. Le laboratoire fait donc preuve d'une haute qualité de la recherche doctorale, qui a aussi été récompensée par 9 prix de thèses régionaux et nationaux.

L'implication dans le pilotage et la coordination du programme Master et Doctorat Erasmus Mundus Europhotonics, puis du Master Europhotonics-POESII (label ERASMUS+), en réseau avec quatre laboratoires/universités européens réputés, pour une partie de ses activités en photonique, est remarquable (14 doctorants recrutés dans ce cadre et une trentaine d'étudiants en master).

Globalement, l'unité est motrice dans la formation en physique ; le laboratoire s'implique fortement dans le montage de nouvelles formations master avec le souci louable de faire évoluer leur contenu en fonction des résultats de la recherche (Master mention « Physique et Sciences de la Matière », spécialité « Optique et Photonique, Signal et Image (O.P.S.I.) », parcours « Signal Image » et cursus « Ingénieur » dans les établissements de tutelle AMU et Centrale Marseille, nouveau Master mention « Traitement du Signal et des Images ». On note une implication dans les départements d'enseignement, responsabilités de modules et d'équipes pédagogiques, création et responsabilités de nouveaux cours, de nouvelles unités ou filières d'enseignement.

Points à améliorer et risques liés au contexte

L'attractivité et la répartition des doctorants sont non homogènes d'un thème à l'autre, car très liées aux ressources contractuelles des projets et à l'implication dans les programmes doctoraux. De plus, la mise en place de la Zone à Régime Restrictif (ZRR) pour l'unité induit un tarissement de l'afflux important de doctorants du China Science Council (thème 3 surtout). Ce déséquilibre de répartition est difficilement compensable par les seules attributions de contrats doctoraux par l'ED, basées sur l'excellence du couple (sujet de thèse-candidat).

Les doctorants sont très focalisés sur leur activité de recherche, mais, hormis la journée des doctorants, il n'y a pas particulièrement d'initiative collective (de leur part ou de celle de l'unité) leur faisant participer davantage à la vie du laboratoire ou de leur thème (par exemple, séminaires internes par et pour les doctorants, actions de communication, enseignement, diffusion et culture scientifique, conseil/expertise industrielle, etc.), ni de réseautage local, national ou international (de type Student Chapter par exemple).

Le comité d'experts a perçu une insuffisance des procédures mises en place par l'unité et par l'ED pour le suivi des doctorants en cours de thèse et celui des docteurs après thèse ; il apparaît en particulier que les abandons n'ont pas fait l'objet d'anticipation ou de médiation.

Un point important de vigilance porte sur le fait que l'unité est, et sera encore davantage à l'avenir, pluridisciplinaire, avec notamment la présence de chercheurs et enseignants-chercheurs en biologie et en sciences médicales, cependant affectés à l'ED 352. Si l'ED semble ne pas faire de restriction ou de distinguo quant à la sélection de sujets de thèses et de doctorants qui seraient à la frontière de la physique et de ces disciplines, voire carrément à dominante biologique ou médicale, l'attribution d'un Doctorat de Physique et Sciences de la Matière aux docteurs ayant développé ces sujets pourrait être problématique pour leur avenir professionnel.

Recommandations

Le comité d'experts recommande que l'unité et l'ED, soient incitatifs pour impliquer davantage les doctorants à la vie du laboratoire et leur permettre d'appréhender d'autres facettes du métier de chercheur, utiles pour leur insertion professionnelle et leur future carrière.

Il serait opportun et utile d'améliorer les procédures de suivi des doctorants et des docteurs après thèse (utile pour le réseautage et l'insertion professionnelle des doctorants).

Le comité d'experts recommande que les chercheurs et enseignants-chercheurs biologistes et médecins de l'Unité puissent être affectés à l'ED 62, « Sciences de la vie et de la santé » d'AMU et que l'Institut puisse être

totallement reconnu et soutenu par AMU dans cette double appartenance, en pouvant bénéficier de contrats doctoraux des deux ED. L'intérêt est autant pour les doctorants dans ces activités biologie et médecine (diplôme adéquat) que pour leurs encadrants (afin d'éviter le risque de discrimination d'un sujet en marge de la discipline principale de l'ED). Les politiques des écoles doctorales concernées et de l'établissement gagneraient à rapidement clarifier ce point.

Le comité d'experts encourage aussi l'unité à accroître son offre de formation continue ou professionnelle pour les activités les plus en prise avec les applications (couches minces, métrologie, méthodes numériques, imagerie, etc.).

Appréciation sur ce critère

Le laboratoire est moteur dans la formation en physique au sein de l'écosystème marseillais et il se distingue par l'excellente qualité de sa formation par la recherche, avec des actions remarquables sur le plan européen. Ce haut niveau de formation devrait aussi s'accompagner d'un suivi et d'une prise en charge accrues des doctorants dans les divers volets de leur formation aux métiers scientifiques.

Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

Points forts et possibilités liées au contexte

La restructuration récente, et encore en cours, en 4 thèmes constituera une évolution importante du futur contrat quinquennal et donc du projet de l'Unité, pour lequel les thèmes devraient être les organes d'animation scientifique majeurs. Un gros travail collectif préparatoire a permis une mise en place réfléchie et partagée de cette organisation. Sa cohérence scientifique est globalement très bonne et le projet est pertinent, potentiellement générateur de nouvelles synergies pluridisciplinaires, avec de beaux paris à la frontière de la science. Elle correspond aussi à une prise de risque notable qu'il convient de souligner et féliciter.

Si de nouvelles activités sont proposées (décrites ci-après dans l'analyse détaillée par thème), le projet s'inscrit pour l'essentiel plutôt dans la continuité logique et pertinente des travaux d'excellence fondamentaux et appliqués menés dans les thèmes que dans la rupture scientifique ou l'émergence de nouvelles directions de recherche, mais en mettant judicieusement à profit de nouvelles synergies liées à la structuration en thèmes.

Les moyens de mise en œuvre du projet sont globalement acquis, en particulier pour de nouveaux axes (nanobiophotonique, microscopie X, imagerie nucléaire et moléculaire, métamatériaux pour l'IRM, métasurfaces, optique des végétaux, etc.) déjà couverts par des financements à venir conséquents (FET-Open H2020, 2 nouvelles ERC, ANR, etc.) ou d'importants moyens déjà en place (CERIMED, chaire A*MIDEX).

La reconduite de l'Institut Carnot STAR, dirigé par un membre de l'Institut, est propre à asseoir et pérenniser les nombreuses activités de valorisation industrielle.

L'Institut prendra pleinement en compte son immersion dans l'écosystème local et contribuera à la poursuite de sa structuration (Initiative d'Excellence A*MIDEX, Département Hospitalo-Universitaire Imaging dont la direction sera assurée par un membre de l'Unité, évolution du CERIMED vers une UMS). À la faveur notamment des futurs programmes investissements d'avenir, il s'inscrira en particulier dans la politique de site avec une forte contribution au renforcement des liens recherche-formation et au déploiement d'instituts thématiques (Fédération de Recherche NanoAMU et Institut Imagerie) en collaboration étroite avec d'autres équipes marseillaises, dans les domaines des nanosciences et de l'imagerie biomédicale. L'intégration prochaine d'une équipe médicale d'imagerie nucléaire et moléculaire (restant localisée dans les locaux du CERIMED) représente une évolution vers l'interdisciplinarité et confèrera un positionnement original et de référence en imagerie biomédicale sur la scène internationale.

Les objectifs de développement de l'Espace Photonique sont bien établis avec des liens en cours avec le Réseau RENATECH.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Les points à améliorer concernent essentiellement les articulations et les équilibres des différents thèmes entre eux.

Le thème 3 est le plus petit en effectif et celui qui a le moins de ressources propres/ETPR, malgré des partenariats nombreux. Il a en partie des activités ciblées spécifiques, directement applicatives dans des domaines

autres que ceux visés par les autres thèmes (communications sans fil, télédétection, imagerie radar, sous-marine, etc.), mais également un ensemble important de compétences de haut niveau, mais plus diffusives et d'intérêt direct pour les trois autres thèmes. L'identité de ce thème est apparue moins claire au comité d'experts que celle des autres thèmes. De plus, il peut se heurter à un problème de masse critique pour certains de ses développements, ce qui justifierait un approfondissement de la réflexion stratégique sur son périmètre scientifique et ses liens avec les autres thèmes.

Certains axes (p.ex. mécanique et information quantiques, communications FSO et LiFi, etc.), en marge des thématiques phare de l'Institut, pourraient avoir des difficultés de positionnement vis-à-vis d'équipes nationales ou internationales déjà bien établies dans ces thématiques. Une réflexion sur leurs moyens opérationnels (masse critique, moyens financiers) et/ou la construction de partenariats solides serait opportune pour affiner leur positionnement et leur stature.

Une difficulté connue de l'interdisciplinarité est d'apporter une reconnaissance équilibrée à chacune des disciplines concernées. Une attention devrait être apportée pour garantir aux développements en biophysique et biologie le même rayonnement, au meilleur niveau international, que les activités globales en biophotonique.

Le comité d'experts comprend tout l'intérêt de l'intégration de l'équipe Imothep. Il serait toutefois intéressant d'approfondir la stratégie d'intégration (nouvelle équipe ? quel fonctionnement et quelle articulation opérationnelle ?), compte tenu de son projet (semblant être plus en interaction avec le thème 3 qu'avec le thème 4, avec lequel les liens apparaissent moins directs) et de sa localisation au CERIMED.

Recommandations

De l'avis du comité d'experts, le laboratoire doit se laisser le temps nécessaire à la restructuration en thèmes et surtout conserver la souplesse et la réactivité pour leur éventuelle reconfiguration, en fonction des évolutions scientifiques à venir et des synergies réelles qui s'établissent (mais la gouvernance du laboratoire en est déjà pleinement consciente). Sur le plan opérationnel, la question de la persistance des équipes actuelles, inter-thèmes, ou de l'émergence d'équipes/projets au sein des thèmes ou à l'interface de thèmes prend tout son sens pour optimiser le dynamisme scientifique de l'unité.

Dans l'état, les thèmes doivent consolider leur cohésion de manière à renforcer leur stratégie à court et moyen termes et affermir le sentiment d'appartenance aux thèmes. L'unité devrait renforcer l'animation des thèmes, par exemple en organisant des séminaires internes, intra- et inter-thèmes, en cherchant si possible des moyens supplémentaires (politique de site) et en donnant des capacités d'arbitrage aux responsables de thèmes.

Dans ce contexte global très évolutif, le comité d'experts recommande de faire évaluer à mi-parcours l'évolution de cette réorganisation, par exemple par le comité scientifique externe du laboratoire.

Les plateformes sont des outils précieux du dynamisme scientifique et de l'attractivité de l'unité. La réflexion sur leur ouverture, la rationalisation et la mutualisation de leur utilisation, voire l'harmonisation de leur mode de fonctionnement doit être poursuivie, avec la mise en place de moyens de fonctionnement et de soutien RH dédiés, permettant d'assurer le déploiement de leur ouverture académique et industrielle.

Appréciation sur ce critère

Le comité d'experts apprécie résolument la réorganisation en thèmes, qui était nécessaire, qui est cohérente scientifiquement, partagée par les membres de l'Institut et résulte d'une vie de laboratoire harmonieuse ainsi que d'une gouvernance efficace. Les thèmes par leur ampleur et leur dynamisme doivent permettre de favoriser la prise de risque scientifique, la pluridisciplinarité et l'émergence de nouveaux axes scientifiques. La logique associée d'entretien des liens forts entre thèmes, ainsi que de souplesse et de réactivité à travers une stratégie scientifique commune ambitieuse, mais réaliste, est aussi un facteur important de création de valeur ajoutée. Cette stratégie globale que le comité d'experts approuve est complètement propice au développement d'un excellent projet.

4 • Analyse équipe par équipe

Nota bene : La présentation du bilan et du projet de l’Institut FRESNEL est choisie et faite par thème. Pour cette raison, et compte tenu de l’homogénéité scientifique et de l’ampleur importante de chaque thème qui recouvre chacun l’activité de plusieurs équipes, il est plus opportun d’analyser l’activité par thème, mais selon les critères HCERES habituels d’une équipe (plutôt que ceux d’un thème au sens de l’évaluation par le HCERES). Cependant le mot « équipe » sera dans ce qui suit systématiquement remplacé par le mot « thème ».

Puisqu’un thème rassemble variablement les activités de plusieurs équipes et que la restructuration est en cours, le critère 4 (vie de l’équipe) n’a pas encore sa pleine réalité et ne sera donc pas analysé par thème ci-après.

Thème 1 : Électromagnétisme et Métamatériaux

Coordonneurs : M. Boris GRALAK et M. André NICOLET

Domaine d’activité du thème

Le thème « Électromagnétisme et Métamatériaux » comporte quatre axes de recherche privilégiés : « Modèles et fondamentaux en électromagnétisme » ; « Méthodes numériques » ; « Réseaux de diffraction et fibres micro-structurées » ; « Métamatériaux ». Les activités de ce thème regroupent les contributions de 7 équipes : ATHENA, CLARTÉ, CONCEPT, DIMABIO, EPSILON, HIPE et SEMO.

Effectifs

| Composition du thème | Au 30/06/2016 Effectifs (ETP) | Au 01/01/2018 Effectifs (ETP) |
|--|----------------------------------|----------------------------------|
| N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés | 17 (10,05) | 17 (10,05) |
| N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés | 6 (3,23) | 6 (3,23) |
| N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n’ayant pas d’obligation de recherche) | 2 (0,8) | 2 (0,8) |
| N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.) | 6 (4,6) | |
| N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM) | 0 | |
| N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n’ayant pas d’obligation de recherche) | 2 (1,5) | |
| N7 : Doctorants | 10 (5,50) | |
| TOTAL N1 à N7 | 43 (25,68) | |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 17 | |

| Bilan du thème | Période du 01/01/2011 au 30/06/2016 |
|---|--|
| Thèses soutenues (ETP) | 14 (11,8) |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité | 6,5 ETP |
| Nombre d'HDR soutenues (ETP) | 4 (1,34) |

Rq : les nombres entre parenthèses indiquent la part réelle de personnes impliquées dans le thème sachant que des personnes sont sur différents thèmes.

Avis global sur le thème

Les activités de recherche sont principalement d'ordre théorique et numérique (modélisation) ; elles sont fondées sur une expertise, internationalement reconnue, en électromagnétisme numérique qui constitue l'héritage du « Laboratoire d'Optique Electromagnétique ». Avec les évolutions récentes en nanophotonique et l'apparition de nouveaux concepts comme les métamatériaux, cette expertise (en constant enrichissement) a naturellement permis aux personnels de ce thème d'investir de nouveaux domaines d'applications qui vont parfois bien au-delà de l'électromagnétisme (e.g. les métamatériaux hydrodynamiques ou sismiques, mécaniques, acoustiques, thermiques et en diffusion chimique). Cette activité théorique est complétée par une activité de modélisation expérimentale. Plusieurs personnels permanents jouissent d'une très forte reconnaissance internationale, actée notamment par plusieurs prix, distinctions ou projets prestigieux, qui rejaillit sur l'ensemble du thème.

Le thème s'articule autour de quatre axes de recherche qui couvrent un large spectre de thématiques directement liées à l'optique électromagnétique, domaine pour lequel il s'est forgé une très grande expertise internationale, avec de nombreuses publications, dont certaines « phares », contribuant à la mise au point et à l'amélioration de méthodes et concepts originaux :

- « Modèles et fondamentaux en électromagnétisme » : où sont testés les nouveaux concepts de la nanophotonique à des échelles plus accessibles (analogie micro-onde) ;
- « Méthodes numériques : ont fait la renommée de l'Institut FRESNEL » ; l'un des développements récents est la remarquable méthode des Quasi-Normal Modes ;
- « Réseaux de diffraction et fibres micro-structurées » : possède la maîtrise de l'ensemble des méthodes numériques qui conduisent à la modélisation de composants photoniques ;
- « Métamatériaux » : c'est un axe phare avec, en particulier, la mise en évidence de l'indice de réfraction négatif et l'ultra-réfraction aboutissant à l'invisibilité électromagnétique. L'extension de cette notion à d'autres domaines fait l'originalité de l'Institut FRESNEL.

Le thème dispose enfin de deux plateformes fonctionnant en gamme micro-ondes, une chambre anéchoïque de grandes dimensions et un scanner plan, utilisés pour des mesures de diffraction et de Section Efficace Radar, pour l'imagerie, l'inversion ou la caractérisation de cibles enfouies, ou encore pour la caractérisation en champ proche.

Critère 1 : qualité et production scientifiques :

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique du thème s'élève à 145 publications dans des revues internationales à comité de lecture (soit 3,2 ACL / an / ETPR si on compte 8,255 ETPR C-EC titulaires pour la thématique sur 5,5 années), 13 chapitres d'ouvrages, 4 directions d'ouvrage et 8 brevets.

Il s'agit d'une production de qualité comme en témoigne la nature des revues de publication (*Physical Review Letters*, *Physical Review A-B*, *Scientific Reports*, *Nature Communications*, *ACS Nano*, etc.) ainsi qu'un certain nombre de premières mondiales.

La qualité des travaux menés au sein du thème se mesure aussi à l'aune des nombreuses collaborations dans lesquelles le groupe est sollicité pour son savoir-faire reconnu en modélisation.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Une réflexion pourrait être menée afin de permettre l'augmentation de la diffusion des résultats.

Recommandations

Poursuivre l'excellent travail de recherche mené au sein de ce thème.

Appréciation sur ce critère

S'appuyant sur une base solide d'expertise théorique en optique électromagnétique, le thème développe des activités de recherche sur des thématiques d'actualité et avec une forte compétitivité au niveau international. L'originalité des travaux (concepts théoriques et réalisations expérimentales en partenariat) positionne l'Institut FRESNEL parmi les laboratoires phares au niveau international sur ces thématiques. Pour ce critère, le niveau est excellent, voire exceptionnel.

Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques : top 5 au niveau mondial

Points forts et possibilités liées au contexte

Plusieurs personnels permanents jouissent d'une très forte reconnaissance internationale qui rejillit sur l'ensemble du thème. Cela se traduit par exemple par une très bonne attractivité (recrutement sur une chaire de l'IDEX A*MIDEX), l'organisation (ou la participation à l'organisation) de plusieurs conférences internationales ou encore une activité éditoriale de premier plan. Par ailleurs, les travaux de recherche menés au sein du thème ont fait l'objet de plusieurs prix, distinctions ou projets prestigieux (prix Ampère de l'Electricité de France, ERC starting grant, membre IUF senior, etc.). Deux doctorats Honoris Causa ont été décernés à des personnalités de premier plan (M. Alexander MOVCHAN en 2012 et Sir John PENDRY en 2013) et cinq chercheurs internationaux renommés ont effectué des séjours invités au sein du thème.

Le rayonnement du thème se mesure aussi à l'aune de la qualité d'experts reconnus de plusieurs de ses membres aux niveaux national et international :

- cinq membres sont éditeurs de revues internationales : *Physics Letters A*, *Advances in Mathematical Physics*, *Proceedings of the Royal Society of London Series A*, *European Physical Journal : Applied Metamaterials*, et *ISTE Éditions* ;
- expertise dans dix programmes européens et internationaux, dont l'ERC et Marie-Curie ;
- expertise à l'ANR dans le comité d'évaluation « Mathématiques, Informatique, Systèmes et Ingénierie de la Communication » (environ dix projets par an) ;
- expertise de projets nationaux pour le compte de plusieurs régions françaises ;
- sur la période contractuelle, organisation de 3 conférences internationales et 3 nationales et participation à l'organisation de conférences de 19 conférences nationales et internationales.

Globalement, le thème exhibe de fortes interactions avec des technologues et expérimentateurs aux niveaux national et international en proposant des modèles explicatifs de leurs expériences, en offrant de nouveaux concepts/dispositifs à réaliser et à tester expérimentalement, ou encore en s'appuyant éventuellement sur des partenaires technologiques du milieu académique comme le réseau RENATECH.

- fortes collaborations académiques ;
- fortes collaborations nationales (25 laboratoires) et internationales (20 institutions) ;
- très bonne capacité de financements sur subventions publiques : 9 ANRs + 1 ERC.

En ce qui concerne l'ouverture et les partenariats, ce thème est caractérisé par une vingtaine de collaborations académiques internationales actives : Cantabria University (Espagne), IIT Kanpur (Inde), Imperial

College London (UK), Institute of Spectroscopy (Moscou, Russie), Princeton University, Shanghai Jiao Tong University (Chine), etc.

Par ailleurs un fort engagement au niveau de la vulgarisation et de la diffusion scientifique à travers de nombreux moyens de communication est à saluer.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Risque de déséquilibre entre membres du thème pour ce critère.

Le nombre de conférences invitées (11) semble faible pour un groupe ayant une grande renommée internationale. Une réflexion pourrait être menée afin de comprendre les raisons (diffusion des résultats ?) et de permettre l'amélioration de ce point.

Recommandations

Veiller à promouvoir une homogénéité de rayonnement et d'attractivité au sein du thème entier.

Appréciation sur ce critère

Le thème contribue de manière significative au rayonnement de l'Institut FRESNEL en développant des thématiques génératrices de collaborations (nationales et internationales) et de financements importants. On peut affirmer que le thème se positionne au niveau exceptionnel des meilleurs laboratoires mondiaux développant les mêmes thématiques de recherche.

Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

Points forts et possibilités liées au contexte:

Le thème développe des collaborations avec des industriels (PSA, VINCI, etc.) qui vont du transfert de technologie à la mise sur pied de projets R&D novateurs au sein des entreprises. L'expertise unique en modélisation électromagnétique a conduit à la conception de nano-composants plasmoniques, comme un système optique pour l'affichage tête haute dans le cadre de la participation à un OpenLab avec PSA.

Le thème poursuit aussi une forte collaboration avec les grands centres de recherches (CNES par exemple).

On note également une activité importante de soutien au développement d'une start-up (issue du laboratoire et qui a embauché 2 doctorants) avec laquelle il maintient une relation privilégiée, ainsi qu'un projet de maturation avec la SATT Sud-Est et la production de 8 brevets.

La modélisation de métamatériaux débouche sur un nouveau concept d'antenne magnétique pour l'IRM, valorisé par une startup actuellement en maturation ; cette modélisation étendue à d'autres types d'ondes a débouché sur des preuves de concept remarquables, et brevetées, de métamatériaux pour la protection hydrodynamique ou sismique d'infrastructures de génie civil et également pour la diffusion de médicaments ou l'invisibilité thermique

Par ailleurs un fort engagement au niveau de la vulgarisation et de la diffusion scientifique à travers de nombreux moyens de communication est à souligner (articles de vulgarisation, conférences grand public, TV et presse écrite, etc.).

Points à améliorer et risques liés au contexte

Une dizaine de partenariats industriels ont été identifiés, mais en contrepartie seulement 3 contrats industriels (montants faibles : 20 k €) et 3 thèses CIFRE sur la période de référence.

Recommandations

Poursuivre et intensifier les collaborations avec l'industrie et continuer l'excellent travail de diffusion de la culture scientifique.

Appréciation sur ce critère

Au niveau de ce critère, le comité d'experts juge le thème comme excellent notamment sur les métamatériaux et la diffusion de la culture scientifique.

Critère 5 : implication dans la formation par la recherche :

Points forts et possibilités liées au contexte

Le thème a une forte implication dans les Masters Erasmus Mundus Europhotonics et POESII (coordination d'une dizaine de modules) ainsi que dans l'École Doctorale ED 352 (cinq modules de formation). Deux écoles d'été et une d'automne ont été organisées et deux cours invités ont été donnés à Princeton-USA (fibres optiques microstructurées) et à Xidian-Chine (métamatériaux). Par ailleurs une thèse a été récompensée par le prix C'Nano PACA en 2014.

Le thème a accueilli 24 doctorants et 14 thèses ont été soutenues pendant la période de référence, ce qui représente environ 1,7 thèse par ETPR chercheur/enseignant-chercheur. Ce taux est compatible avec un encadrement de qualité. La durée moyenne des thèses dépasse de peu la durée normale de 36 mois. La production scientifique tirée des thèses est à l'image des recherches dans le groupe, i.e. de très grande qualité.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Encourager les doctorants à participer à la vie du thème de manière générale.

Impliquer davantage les doctorants dans l'animation scientifique du laboratoire et les inciter à participer à des « student chapters » afin de constituer des réseaux ou à s'intégrer dans des réseaux déjà existants.

Recommandations

Quelques doctorants ont été embauchés par une startup issue du thème, mais un suivi plus systématique du devenir des doctorants serait le bienvenu.

Appréciation sur ce critère

Globalement, l'implication du thème dans la formation par la recherche est de très bon niveau, avec un engagement aussi bien à l'école doctorale, en enseignement de master international, et en organisation d'écoles thématiques, que pour l'encadrement des thèses.

Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans :

Points forts et possibilités liées au contexte

Pour les perspectives de recherche, trois actions sont privilégiées par le thème : (i) mener à maturité les nouveaux modèles et concepts développés récemment (notamment concernant les métamatériaux et l'analogie micro-ondes) ; (ii) pousser encore plus loin les capacités et la rapidité des méthodes numériques pour prendre en compte de plus grands volumes de calcul en y mettant plus de physique (i.e. abandonner certaines approximations simplificatrices), ce qui les rapprochera des applications et donc permettra de mieux les valoriser (une diffusion libre d'une partie de ces codes est envisagée) ; et (iii) continuer à développer des idées novatrices dans le domaine des métamatériaux et de leurs applications.

Le projet se positionne dans la continuité de la période précédente, ce qui lui donne de la crédibilité et des bases solides, et promet le maintien de l'excellent niveau scientifique du thème grâce à l'originalité et la créativité toujours présentes des différentes actions proposées.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Consolider la nouvelle organisation par thème.

Recommandations

Avec la nouvelle organisation en thèmes, il faudra peut-être réorganiser les équipes afin de répondre aux nouveaux défis lancés.

Appréciation sur ce critère

Pour les perspectives et la stratégie scientifique, le thème s'appuie pleinement sur ses acquis fondamentaux, déjà très solides, pour continuer à occuper une place importante au niveau international. Les objectifs ambitieux sont tout à fait réalisables dans une période de cinq années. En conclusion, le thème continue à chercher l'excellence dans la continuité.

Thème 2 : Nanophotonique et couches minces optiques

Coordonnateurs : M. Julien LUMEAU et M. Jérôme WENGER

Domaine d'activité du thème

Ce thème s'intéresse au développement de composants innovants exploitant les interactions lumière-matière à l'échelle nano, la thermoplasmonique, les nano-résonateurs optiques, les couches minces optiques et l'interaction laser-matière aux forts flux (endommagement). Ses activités couvrent tous les aspects de la recherche, avec la conception, la modélisation, la fabrication et la caractérisation des composants. Il bénéficie de plusieurs plateformes pour réaliser ses travaux : « l'Espace Photonique » pour la partie couches minces, la plateforme « DIFFUSIF » de métrologie, et la plateforme « photonique de puissance » pour la caractérisation sous fort flux laser. Les activités regroupent les contributions de 6 équipes : ATHENA, CLARTÉ, CONCEPT, ILM, MOSAIC et RCMO.

Effectifs

| Composition du thème | Au 30/06/2016 Effectifs (ETP) | Au 01/01/2018 Effectifs (ETP) |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés | 18 (13,3) | 18 (13,3) |
| N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés | 9 (5,1) | 9 (5,1) |
| N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche) | 2 (1,35) | 3 (2,35) |
| N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.) | 8 (7) | |
| N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM) | 1 (0,9) | |
| N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche) | 1 (1) | |
| N7 : Doctorants | 17 (15,3) | |
| TOTAL N1 à N7 | 56 (43,95) | |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 18 | |

| Bilan du thème | Période du 01/01/2011 au 30/06/2016 |
|---|--|
| Thèses soutenues | 19 |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité | 10,2 ETP |
| Nombre d'HDR soutenues (ETP) | 5 (4,5) |

Rq : les nombres entre parenthèses indiquent la part réelle de personnes impliquées dans le thème sachant que des personnes sont sur différents thèmes.

Avis global sur le thème

Les recherches du thème 2 se déclinent en quatre sous-thèmes sur la période écoulée incluant les interactions lumière-matière à l'échelle nano, la thermoplasmonique et les nano-résonateurs optiques, les couches minces optiques et l'interaction laser-matière aux forts flux. Le comité scientifique d'experts apprécie la cohérence et la complémentarité des activités au sein du thème 2, en interaction significative avec les trois autres thèmes du laboratoire. Les recherches menées sont originales et à rayonnement international, comme en attestent le nombre et l'impact des publications, les prix obtenus, la participation active à un grand nombre de conférences, notamment invitées, et la participation à différents groupes et comités de travail, à l'échelle nationale et internationale. Le thème est pleinement impliqué dans la formation par la recherche, avec un nombre de doctorants formés durant la dernière période important, mais en adéquation avec un encadrement de qualité, ainsi que la prise en compte de l'évolution des thématiques dans les formations M2 et des organisations de cours ou écoles thématiques. L'ensemble du thème est également fortement présent au niveau des activités de diffusion et de vulgarisation de la science (avec une participation à la « Fête de la Science », film éducatif pour les collèges avec C-Nano PACA, etc.), tout comme une forte participation à la formation professionnelle (endommagement laser, etc.). Enfin, alors que la politique scientifique de la période écoulée relève plus de la constatation des synergies, bel et bien réelles, que de leur mise en place, les perspectives proposées révèlent une prise de recul sur les activités du thème, avec un fil conducteur clair et des nouveaux objectifs et orientations scientifiques, à caractères fondamentaux ou finalisés.

Les activités du thème 2 et ses perspectives pour le prochain quinquennal se situent globalement à un niveau excellent.

Critère 1 : qualité et production scientifiques

Points forts et possibilités liées au contexte

Le thème 2 comptabilise plus de 150 publications dans des revues internationales à comité de lecture, soit plus de 13 articles/ETPR sur la période et 2,4 articles/ETPR/an (si on compte 11,75 ETPR C-EC titulaires pour la thématique).

La grande majorité des articles publiés concerne des revues à fort facteur d'impact (*Physical Review Letters*, *Physical Review A*, *Nanoscale*, *Applied Physics Letters*, *Laser and Photonics Reviews*, *Optics Letters*, *Optics Express*, etc.) et pour certains articles des revues prestigieuses à très haut facteur d'impact (*Nature Nanotechnology*, *Science*, *Nature Materials*, *Nano Letters*, *ACS Nano*). 2 articles sont parmi les « Highly Cited Papers » de *Web of Science*.

À cette forte activité de publication d'un très haut niveau, s'ajoute l'importante participation à des conférences nationales et internationales.

En outre, le thème a également participé à la rédaction de rapports de référence dans le domaine du vieillissement des composants pour le spatial et dans le domaine des miroirs laser.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Vu l'excellent niveau de production scientifique, peu de points sont à améliorer.

Recommandations

Le comité d'experts encourage le thème à poursuivre son excellent niveau de publication dans des revues à très fort facteur d'impact, qui contribue à la reconnaissance internationale de la thématique et à celle de l'Institut FRESNEL, sur l'activité interaction lumière/matière aux échelles nanométriques, plasmonique, thermoplasmonique et nano-résonateur, ainsi que sur le développement et la tenue des couches optiques aux flux laser, etc. Le comité d'experts encourage aussi la participation de l'ensemble des membres de l'équipe aux conférences internationales.

Appréciation sur ce critère

L'activité de publications est excellente. Elle est exceptionnelle sur la sous-thématique « Nanophotonique ». Elle repose sur plusieurs membres du thème, ce qui démontre le dynamisme et l'implication d'une majorité des membres. Le comité d'experts a également relevé la forte interaction avec les autres thèmes à travers des publications communes.

Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

Points forts et possibilités liées au contexte

Le rayonnement de la thématique étant aussi lié à l'activité de publication, le thème « Nanophotonique et couches minces optiques » offre un rayonnement international exceptionnel puisque les travaux de cette thématique se positionnent parmi les meilleurs groupes internationaux. Le nombre de conférences invitées s'élève à 80 sur la période (dont environ 50 sur la thématique nanophotonique et 30 sur l'interaction laser-matière et couches minces). Ce rayonnement se révèle à travers une forte participation à des conférences internationales en tant que membres des comités scientifiques et d'organisation, comme c'est le cas dans la quasi-totalité des conférences sur les couches minces optiques. Au-delà de cette forte participation scientifique dans le domaine, le thème est également très impliqué dans les groupes de travail internationaux (COST 1403 Nano Quantum Optics) et nationaux (GDR Ondes / plasmonique, ANR, etc.).

Par ailleurs, l'attractivité académique des différents axes du thème se matérialise à travers de nombreuses collaborations académiques nationales ou internationales - notamment pour les aspects de couches minces optiques et d'interaction laser-matière à forts flux (CEA, CNES, ESA, etc., Universités de Vilnius, de Hanovre, etc.).

Elle se mesure également au nombre élevé en proportion de chercheurs post doctoraux (7 ETP pour 11,75 ETP permanents).

De nombreuses distinctions ont été attribuées à des membres du thème (chercheurs, doctorants, etc.) : Médaille de Bronze 2015 du CNRS, prix Fabry de Gramont 2015 de la SFO, prix de thèse Aix-Marseille Université en 2012, 1 ERC Starting Grant (2012-2017), 1 Bourse Étoile Montante A*Midex (2013-2014).

Points à améliorer et risques liés au contexte

Les activités de cette thématique se situent très en amont (« Nanophotonique », « Thermoplasmonique », etc.) et également très en aval avec les développements sur les couches minces et l'endommagement laser. Cet éventail d'orientations scientifiques doit constituer un point fort de la thématique et ne doit pas déséquilibrer l'implication de l'ensemble des membres de la thématique.

Recommandations

Pour conserver sa position et sa notoriété, le comité d'expert encourage le thème à poursuivre sa participation dans les différents comités du domaine à l'échelle internationale et nationale. Au vu de la qualité et de l'originalité des résultats, le thème doit poursuivre ses initiatives et sa participation à tous les concours et distinctions, qui révèlent son dynamisme, et qui contribuent à son attractivité. Du fait de leurs expertises et compétences uniques, le comité d'experts encourage les activités sur les couches minces et sur l'interaction lumière-matière aux forts flux à élargir leurs collaborations à l'international (mobilité, projets européens, etc.)

Appréciation sur ce critère

L'activité du thème est très reconnue par la communauté scientifique du domaine, ce qui se traduit par sa participation active à un grand nombre de conférences et sa présence dans les différents groupes et comités de travail, à l'échelle nationale et internationale. Cette activité se traduit directement par l'impressionnant nombre de conférences invitées dans des conférences internationales très reconnues et d'un très bon niveau, qui démontre d'une part l'originalité et d'autre part la portée des travaux réalisés.

Ses travaux ont également conduit à de nombreuses distinctions de prestige qui contribuent encore davantage à renforcer la notoriété du thème conduisant à une reconnaissance internationale de premier rang, que le comité d'experts positionne comme excellente sur l'ensemble de la thématique, voire exceptionnelle sur certaines thématiques.

Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

L'activité historique « Couches Minces Optiques » du thème 2, associée au développement d'une instrumentation métrologique ultime (cartographie spatiale, transmission et diffusion, etc.), produit des composants de filtrage complexe inédits et à ultra-hautes performances pour applications à des chaînes laser de puissance ou pour le spatial, en collaboration étroite avec de grands organismes nationaux (CNES, CEA) et plusieurs industriels, dont

CILAS avec qui un laboratoire commun, LABTOP, est établi depuis 2014. L'étude de la tenue aux forts flux laser est également une grande expertise de ce thème, avec des demandes industrielles nombreuses liées, d'une part à la résistance laser et à l'endommagement de composants pour des applications spatiales (composants embarqués sur Mars) ou pour des chaînes laser (MEGAJoule et PETAL en particulier), d'autre part à l'élaboration de procédés laser d'ablation, de recyclage d'optiques ou de thermodésorption.

Points forts et possibilités liées au contexte

Fort d'outils et de compétences reconnues et pour certaines uniques (à la fois scientifiques et technologiques), le thème « Nanophotonique et composants optiques » a su tisser des liens étroits avec de nombreux partenaires industriels (on relève plus de quinze collaborations contractuelles industrielles) et académiques pour mettre en place des projets et actions communes. Le thème a ainsi établi des liens et collaborations historiques et durables. C'est le cas avec la mise en place d'un laboratoire commun (LABTOP) avec la société CILAS (couches minces optiques), d'une convention générale de coopération scientifique avec le CEA (cadre du projet ELI) sur la tenue au flux laser ou encore avec le CNES (pour le développement de composants optiques et leur vieillissement). C'est également le résultat d'une politique soutenue de brevets (7 au total), dont deux sous licence d'exploitation par des industriels.

Par ailleurs, la diffusion de la culture scientifique se fait à travers une information sur les faits marquants du thème via les supports du CNRS et de l'AMU (5 faits marquants sur la période), et également à travers une participation à toutes les actions de diffusion de la science auprès du grand public (« Fête de la Science », intervention dans les écoles, presse grand public, etc.).

Points à améliorer et risques liés au contexte

Le principal risque réside dans l'activité de prestation qui doit se limiter aux besoins uniques, et dans le cadre de développements en accord avec la stratégie du thème et de l'Institut.

Au vu de la forte interaction avec l'environnement économique (nombre très important de projets soutenus par la SATT SUD EST), le comité d'expert encourage la valorisation des travaux à travers la création de start-up.

Recommandations

Il est indispensable de conserver cette activité de valorisation et d'interaction forte avec des partenaires académiques et industriels pour participer activement au développement économique de la région et au-delà. Le comité d'experts peut suggérer néanmoins de veiller de garder l'orientation stratégique et scientifique du thème (en privilégiant les collaborations aux prestations).

Appréciation sur ce critère

L'interaction avec l'environnement économique est exceptionnelle concernant la valorisation et les relations avec les partenaires industriels. Le comité d'experts relève une forte activité de valorisation (dépôt de brevets) et de partenariat avec les acteurs économiques qui se traduit par un nombre important de projets et partenariats divers (laboratoire commun, convention). Cette activité transcrit la volonté du thème à participer au développement économique et social et à participer au processus d'innovation des entreprises.

Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

Points forts et possibilités liées au contexte

Trois unités d'enseignement de M2 ont été créées par des EC du thème, en lien direct avec les axes du thème. Cela montre l'effort d'évolution des contenus pédagogiques en fonction des résultats de la recherche.

36 doctorants sont ou ont été encadrés (19 thèses soutenues et 17 en cours). Cela représente une moyenne de plus d'un doctorant par chercheur ou enseignant-chercheur, et deux par titulaire d'une HDR. La charge moyenne permet donc un encadrement de qualité. La très grande majorité des thèses soutenues ont été effectuées en environ 3 ans. Le nombre d'articles publiés durant la thèse varie de 0 à 14, avec une majorité aux alentours de 4/doctorant.

Un ouvrage à vocation pédagogique a été publié, ainsi qu'un livre scientifique.

Deux écoles d'été (150 participants), des journées scientifiques adressées aux doctorants et postdocs, 4h de cours dans une conférence internationale majeure, ainsi qu'une formation CNRS (3 jours) ont été organisés.

Un prix de thèse a été obtenu en 2012.

Une très bonne insertion des doctorants après la thèse est à noter. Concernant le thème, environ 50 % des doctorants ayant soutenu entre 2011 et 2016 ont trouvé un poste permanent de type CDI (privé ou public), 1/4 sont en postdoc, et 1/4 en CDD autre que postdoc. Tous ont une activité professionnelle. Cela montre la reconnaissance de la formation et la bonne insertion des docteurs issus de ce thème.

Recommandations

Le thème effectue un travail remarquable de formation par la recherche. Il ne reste qu'à recommander de maintenir ce niveau de qualité, et d'impliquer les doctorants dans la vie du thème et du laboratoire.

Appréciation sur ce critère

La majorité des thèses est très productive. L'insertion des doctorants après la thèse est très bonne et confirme la très bonne formation délivrée par les membres du thème. Ces données montrent la très bonne implication du thème dans divers aspects de la formation par la recherche.

Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

Points forts et possibilités liées au contexte

Les perspectives proposées révèlent une prise de recul sur les activités du thème avec pour chaque sous-thème un fil conducteur clair et de nouveaux objectifs. La politique scientifique ainsi établie définit simultanément les sous-thèmes scientifiques et dans les grandes lignes leur stratégie de mise en place :

- l'activité « Nanophotonique » : les objectifs sont clairement dans la continuation et l'expertise du thème, avec des nouveaux objectifs très innovants, des aspects fondamentaux et d'autres plus finalisés. La faisabilité du projet est réaliste, avec en particulier une forte interaction avec le thème 4 ;
- les « Couches minces optiques » maintiennent leur activité de fourniture de structures uniques aux performances ultimes. Le sous-thème prévoit également le développement de structures plus complexes et l'activité « diffusion lumineuse » prévoit une phase de valorisation de techniques instrumentales innovantes, en plus de la recherche de nouveaux effets. Ce sous-thème, porté par des expertises uniques, permet de combiner de manière équilibrée une activité récurrente à faible risque et à but très applicatif, et des objectifs de développements innovants plus fondamentaux et plus risqués, en interaction avec les autres sous-thèmes. Le projet est crédible ;
- le sous-thème « Interaction laser matière aux forts flux » prévoit un développement d'outils de diagnostics, la poursuite d'un nouvel axe déjà amorcé sur les composants par photoinscription et enfin le lancement d'une nouvelle thématique sur la contamination induite par laser en lien étroit avec le domaine du spatial. La politique et la stratégie scientifiques sont clairement définies avec des objectifs académiques en lien avec des applications, la mise en place des moyens techniques et humains, et une dynamique de réorientation en fonction des besoins. Le projet est tout à fait crédible et réaliste, avec caractère innovant.

Points à améliorer et risques liés au contexte

L'activité couche mince doit veiller à préserver son activité « recherche », ambitieuse et innovante, malgré la demande extérieure croissante en prestation.

Recommandations

Le thème 2 montre à travers sa politique scientifique et ses perspectives de recherche innovantes la mise en synergie des activités des différents acteurs, au sein et entre les différents sous-thèmes, avec un équilibre global entre activités académiques fondamentales et finalisées. Il gagnerait à définir et anticiper les nouveaux moyens nécessaires pour soutenir les projets.

Il doit prendre en compte la demande croissante de prestations au niveau de la plateforme photonique, avec la mise en place des moyens financiers et humains adéquats, afin de ne pas empiéter sur l'activité recherche, de premier plan.

Enfin le thème 2 est encouragé à pérenniser sa cohésion par des actions d'animation scientifiques internes, de manière à renforcer sa stratégie scientifique à court et moyen terme.

Appréciation sur ce critère

Le projet scientifique du thème 2 est ambitieux, innovant, et réaliste. Il résulte de l'évolution de plusieurs sous-thèmes, chacun étant une référence nationale dans sa spécialité, et de la création ou la consolidation de synergies entre elles. La stratégie et les perspectives scientifiques incluent différents niveaux de prise de risque et un bon équilibre entre recherches fondamentale et finalisée. Elles prennent en compte des problématiques exprimées dans des domaines applicatifs, sans être toutefois pilotées par elles. Elles révèlent également une mise en place de l'identité du thème, avec une cohérence croissante des axes de recherche. C'est un excellent projet.

Thème 3 : Traitement de l'information et ondes aléatoires

Coordonnateurs : M. Frédéric GALLAND et M. Salah BOURENNANE

Domaine d'activité du thème

Les activités du thème se concentrent sur le traitement du signal et des images, pour des applications dans les domaines optiques et de la télédétection micro-ondes, et sur l'analyse des propriétés statistiques du signal ayant interagi avec le milieu sondé. Plus précisément, ce thème se décline en quatre activités qui sont : « Polarisation et cohérence optique » ; « Télécommunications et traitement d'antenne » ; « Traitements de modèles pour la télédétection » ; et « Éléments méthodologiques pour l'image et le signal multi-dimensionnel ». Les activités de ce thème regroupent les contributions de 7 équipes : COMiX, CONCEPT, GSM, HIPE, MOSAIC, PHYTI et SEMO.

Effectifs

| Composition du thème | Au 30/06/2016 Effectifs (ETP) | Au 01/01/2018 Effectifs (ETP) |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés | 13 (9,15) | 13 (9,15) |
| N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés | 3 (1,23) | 3 (1,23) |
| N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche) | 1 (0,35) | 1 (0,35) |
| N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.) | 1 (1) | |
| N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM) | 1 (0,1) | |
| N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche) | 0 | |
| N7 : Doctorants | 11 (10,6) | |
| TOTAL N1 à N7 | 30 (22,43) | |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 11 | |

| Bilan du thème | Période du 01/01/2011 au 30/06/2016 |
|---|--|
| Thèses soutenues (ETP) | 24 (20,8) |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité | 5 ETP |
| Nombre d'HDR soutenues (ETP) | 4 (2,8) |

Rq : les nombres entre parenthèses indiquent la part réelle de personnes impliquées dans le thème sachant que des personnes sont sur différents thèmes.

Avis global sur le thème

Ce thème couvre un large domaine permettant de répondre à la problématique du traitement du signal et des images dans sa globalité. Il est structuré sous la forme de quatre sous-thèmes :

- le sous-thème « Polarisation et cohérence optique » ;
- le sous-thème « Télécommunications et traitement d'antenne » ;
- le sous-thème « Traitements et modèles pour la télédétection » ;
- le sous-thème « Éléments méthodologiques pour l'image et le signal multidimensionnel ».

Ce thème bénéficie d'un taux de publications global très élevé, renforçant ainsi le niveau de publications de l'unité. Une forte interaction avec les autres thèmes, notamment le thème 4, lui permet d'avoir de nombreuses activités transversales. Une bonne implication des membres du thème dans l'offre de formation des établissements d'enseignement supérieur liés au laboratoire est à noter. Au-delà des partenariats académiques, de nombreux projets de recherche sont réalisés en collaboration avec des partenaires industriels (PME et grands groupes nationaux).

Les quatre sous-thèmes sont le fruit de nombreux échanges et discussions entre équipes participant à ce thème dans une volonté de structuration de leur activité. Les perspectives correspondent à une poursuite et amplification des travaux dans les axes décrits par les sous-thèmes.

Critère 1 : qualité et production scientifiques

À l'image des sous-thèmes, les domaines des revues peuvent être classifiés en trois axes qui sont : « Traitement du signal et de l'image » (1) ; « Optique-photonique » (2) ; et « Télédétection » (3) (modélisation et traitement). Ainsi sur le total des articles publiés dans des revues internationales à comité de lecture, environ 50 % relèvent de l'axe (1), environ 30 % de l'axe (2) et environ 20 % de l'axe (3). On peut noter également qu'environ 30 % de la production scientifique est sous un format « Letters » ou équivalent qui montre l'intérêt de l'équipe à publier rapidement le fruit de sa recherche. Le choix des revues est de qualité. Une force de ce thème est sa transversalité interne et externe avec d'autres thèmes du laboratoire, ce qui explique que plus de la moitié des permanents sont impliqués dans deux ou trois thèmes.

Parmi les résultats marquants des membres de ce thème, on peut citer des travaux liés à des mesures de polarisation dans le grain de speckle d'une lumière diffuse ou encore l'utilisation de méthodes tensorielles ou d'approches innovantes de type dé-mélange aveugle afin d'extraire des paramètres pertinents d'images multi-composantes.

Le thème dispose d'une plateforme très originale de Métrologie par Diffusion Lumineuse DIFFUSIF permettant de confronter théorie et mesure. Elle est constituée d'une dizaine d'instruments originaux et innovants.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le thème est très dynamique en recherche, aussi bien par la variété des thématiques abordées que par l'excellence des travaux réalisés. Il comptabilise 99 publications dans des revues internationales à comité de lecture, soit un taux de publication très élevé de 3,1 ACL/ETPR/an sur une période de 5,5 ans, en comptant 5,805 ETPR C-EC, IEEE Communications Surveys & Tutorials, IEEE/OSA Journal of Optical Communications and Networking, Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE, Remote Sensing of Environment.

De plus, la pluridisciplinarité du thème est une force permettant de traiter le problème dans son ensemble (de la modélisation à la mesure) et de participer à des projets inter-thèmes de l'unité.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Le risque majeur identifié, qui est aussi un point fort du thème, est la transversalité qui peut entraîner une dilution thématique et donc l'affaiblissement de l'expertise du thème dans un domaine pointu.

Recommandations

Le comité d'experts encourage les membres de ce thème à poursuivre leur très forte activité de publication à destination des meilleures revues internationales en ciblant tout à la fois des revues amont et des revues à visée applicative. Le comité d'experts encourage également les collaborations au sein du thème.

Appréciation sur ce critère

Le thème fait preuve d'une très bonne qualité scientifique, excellente sur certains points, parfaitement reconnue dans la communauté nationale et internationale.

Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

La diversité des activités du thème est une source d'attractivité. On peut noter le financement de 9 post-docs. Le thème s'est impliqué dans l'organisation de la journée EPOS, dans la co-organisation d'une conférence et dans l'organisation de plusieurs journées dans le cadre du GdR ISIS.

Le thème a également une stratégie de participation active à des réseaux scientifiques : participation de plusieurs membres à l'Action FP7 COST IC1101 OPTICWISE (Optical Wireless Communications - An Emerging Technology), dont un membre au comité de management et à la vice-présidence du WP2 (Physical Layer Algorithm Design and Verification). On peut également citer de manière non exhaustive : fondation universitaire A*MIDEX, Centre de Recherche et d'Enseignement de Géosciences de l'Environnement (membre du conseil scientifique), institut Carnot STAR (membre des comités), programme ARCUS Maghreb, GdR ISIS, pôles Optitec, Mer-PACA et SAFE. Le thème contribue au développement de l'axe traitement d'image au sein du CERIMED et agit en tant que responsable du Workpackage traitement d'images du Département Hospitalo-Universitaire (DHU Imaging) d'Aix-Marseille Université.

Il a participé à cinq projets ANR (porteur pour deux projets), à un projet DGA REI, au Projet Hyper PixSep (Carnot STAR) et au Projet MUJI en partenariat avec l'entreprise Intuisense.

À noter que 5 chercheurs invités ont été accueillis dans le cadre des activités des équipes du thème 3.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le thème est porteur de nombreux projets, de l'échelon local au niveau international. Un atout majeur réside dans ses nombreuses collaborations aussi bien auprès d'acteurs académiques de type laboratoires de recherche que par des partenariats avec de grands organismes : CNES, ONERA, IFREMER, DGA.

Il joue un rôle d'animateur scientifique de par sa participation active à des réseaux de type GDR et COST.

Points à améliorer et risques liés au contexte

L'investissement scientifique fort des membres de ce thème dans des projets à grande valeur ajoutée sur le plan national ne doit pas s'effectuer au détriment de collaborations internationales.

Recommandations

Le comité d'experts encourage les membres du thème 3 à profiter de leur implication forte dans un projet COST pour renforcer leurs collaborations internationales.

Appréciation sur ce critère

Les membres du thème sont acteurs à la fois en termes de politique de site et sur un plan international de par certaines activités menées dans le cadre d'un projet COST. Ils œuvrent à un niveau national grâce à une participation active à des GDR et restent une référence nationale auprès de grands organismes. Le rayonnement et l'attractivité académiques sont réellement très bons au plan national, mais doivent s'amplifier à l'échelon international.

Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

Le thème 3 développe en grande partie des activités directement applicatives pour les télécommunications optiques aériennes et sous-marines et le traitement d'antenne, pour la télédétection et l'imagerie radar aéroportée et pour le traitement de signal et d'image, pour la médecine ou le spatial notamment. Ces activités sont fortement soutenues par les organismes nationaux (ONERA, CNES, Ifremer, DGA) et européen (ESA) et développées en collaboration avec des PME ou des grands groupes. Une startup a par ailleurs été créée utilisant la segmentation d'images pour le développement d'interfaces non tactiles.

L'interaction avec le monde socio-économique est donc un autre des points forts du thème qui se manifeste par une forte activité. Les faits marquants sur cette période sont :

- Forte implication avec des PME et des entreprises nationales (PSA, DCNS, Detect-Réseaux, Galderma R&D, Bull-AMESYS, Noveltis, Nicesoft-Segami, Thalès). Le montant total de ces contrats est de 133 k €.
- Accompagnement à la création et au développement d'une Start-up, IntuiSense-technologies, dont la genèse remonte à 3 ans et avec une collaboration persistante par des thèses cofinancées.

Sur la période référencée, on peut noter le financement de 4 thèses en contrat CIFRE et un dépôt de brevet. Le thème dispose de la plateforme DIFFUSIF qui l'engage auprès de grands industriels, avec notamment le CNES pour donneur d'ordre et principal financeur.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le thème est fortement impliqué dans des contrats industriels avec des PME et des grands groupes, permettant de financer des thèses et de disposer de fonds propres. La plateforme DIFFUSIF, regroupant différents dispositifs expérimentaux originaux, lui permet de confronter théorie et mesure.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Une forte activité contractuelle pourrait orienter la recherche du thème. Il faut trouver le juste équilibre entre recherche académique amont et appliquée en adéquation avec les besoins des partenaires industriels.

Recommandations

Les membres du comité d'experts invitent les chercheurs du thème 3 à poursuivre leur forte interaction avec le monde socio-économique afin de valoriser par une recherche appliquée les résultats de leurs travaux.

Appréciation sur ce critère

L'interaction du thème 3 avec son environnement est très bonne, voire excellente sur le plan socio-économique, aussi bien au niveau des PME que des grands groupes.

Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

Les principales contributions du thème à des actions de formation sont :

- création et animation de l'ensemble des U.E. du Master « Physique et Sciences de la Matière », Spécialité « Optique et Photonique, Signal et Image (O.P.S.I.) », parcours « Signal Image » ;
- offre d'un module de formation en « Traitement du Signal et des Images » dans la formation doctorale (ED 352) ;
- création en 2012 puis pérennisation d'un module de 40h de « Traitement Numérique du Signal avec application aux signaux optiques » (Speckle) à l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne (tronc commun 2A) ;
- mise en place d'une plateforme pour l'enseignement et les travaux pratiques en traitement du signal et des images et en télécommunication, pour les élèves ingénieurs de l'École Centrale Marseille et du Master OPSI ;
- mise en place et coordination d'une filière R&D pour les élèves ingénieurs de l'École Centrale Marseille.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le nombre de doctorants recrutés sur la période référencée est de 35. Cela traduit un taux d'encadrement élevé consécutif à une activité de recherche à la fois amont et plus appliquée. Cet aspect semble parfaitement maîtrisé et assumé par les membres du thème comme l'attestent la durée optimale des thèses (36 mois) et une

production scientifique assurée par les doctorants à hauteur de 50 %. On peut également noter le financement de 9 post-docs, dont 5 étrangers.

L'équipe organise des conférences plénières dans le cadre de la formation doctorale European Center for Soft Computing, Medical Imaging Using Bio-inspired and Soft Computing (MIBISOC). Elle contribue aux écoles thématiques sur les communications optiques et a publié deux livres à caractère pédagogique.

On note la participation au conseil scientifique de l'École Doctorale ED 352, « Physique et science de la matière ».

Les membres du thème sont très impliqués dans les formations ingénieur et master, ce qui permet de disposer d'un vivier potentiellement intéressé pour faire une thèse.

Points à améliorer et risques liés au contexte

À la suite du passage en ZRR de l'unité il a été constaté une diminution du flux entrant de doctorants et post-doctorants étrangers.

Recommandations

L'équipe doit poursuivre son implication à la fois dans des formations à vocation recherche (master) et ingénierie nécessaire à l'équilibre entre une recherche amont et appliquée.

Appréciation sur ce critère

Le thème est bien impliqué dans les formations des établissements d'enseignement supérieur du bassin phocéén. Son implication à l'international se situe principalement via l'accueil de nombreux doctorants et post-doctorants étrangers.

Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

Le thème « Traitement de l'information et ondes aléatoires » est structuré en quatre sous-thèmes qui couvrent la problématique du traitement du signal et des images dans sa globalité. Chacun de ces sous-thèmes se projette dans une continuité des travaux en cours tout en conservant son interaction avec les autres thèmes du laboratoire et notamment le thème « Imagerie avancée et vivant ».

Points forts et possibilités liées au contexte

Quelques perspectives majeures pour chacun des sous-thèmes ont été dégagées :

- pour l'activité « Polarisation et cohérence optique », l'équipe s'appuiera sur un dispositif expérimental, potentiellement soutenu par 2 ANR ;
- à l'intérieur de l'activité « Télécommunications et traitement d'antenne », les études seront étendues au concept de radio cognitive, et les recherches sur les réseaux LiFi seront poursuivies ;
- l'activité « Traitements et modèles pour la télédétection » renforcera ses recherches sur l'imagerie hyperspectrale, en particulier dans l'observation de la surface marine. Enfin, en imagerie PolInSAR, la diversité (en fréquence et spatiale) sera étudiée pour l'observation de la végétation ;
- l'activité « Éléments méthodologiques pour l'image et le signal multidimensionnel » poursuivra ses efforts sur la fusion de données multi-capteurs de nature hétérogène. Les applications biomédicales telles que l'aide au diagnostic avec de nouvelles méthodes d'extraction d'informations pertinentes seront un enjeu pour le thème et l'intensification de ses collaborations inter-thèmes.

L'aspect majeur de la politique scientifique de ce thème est de consolider la transversalité des recherches et leur ancrage dans les enjeux économiques et sociétaux actuels. Dans ce but, il continuera à développer des recherches pertinentes et à soutenir les collaborations qui existent déjà avec différents grands organismes (ONERA, IFREMER, CNES, etc.) et avec les entreprises par le biais de contrats industriels. Le thème souhaite également s'impliquer dans les projets ou programmes européens. Ce quinquennat a par ailleurs vu une forte augmentation des collaborations du thème « Traitement de l'Information et Ondes aléatoires » vers les trois autres thèmes du

laboratoire. Ces collaborations seront poursuivies et amplifiées dans les années à venir, avec notamment l'intégration prochaine d'une nouvelle équipe de praticiens hospitaliers. Des actions sur la co-conception des systèmes d'imagerie seront également conduites conjointement avec le thème imagerie avancée et vivant.

La collaboration avec les autres thèmes est une réelle force. Le projet est une continuité des recherches menées avec le souci d'allier recherche amont novatrice et préoccupations industrielles en maintenant des collaborations avec des grands organismes et en continuant à publier dans des revues de haut niveau.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Les coordinateurs du thème doivent rester sensibles aux interactions entre les quatre sous-thèmes, notamment entre l'activité « Télécommunications et traitement d'antenne » et les trois autres.

Afin que l'augmentation des collaborations pluridisciplinaires avec les autres thèmes reste une force et n'engendre pas à terme une dilution des activités en traitement de l'information, les membres du thème devront veiller à conserver une présence dans la communauté, à travers la participation à divers groupes de travail, GdR, conférences et revues dans leur domaine d'expertise.

Recommandations

Le thème doit réussir à maintenir son activité de recherche amont avec application des méthodes/outils dans un cadre industriel et biomédical, le tout dans un contexte international plus marqué.

Appréciation sur ce critère

La volonté d'internationaliser les formations de type master directement liées aux activités de recherche du thème associée à un projet de parcours biomédical dénote la très grande qualité du projet du thème pour le volet formation. Ce point est en parfaite adéquation avec son projet de recherche. Ce dernier est dans la continuité du bilan et devrait permettre de pérenniser l'originalité et le haut, voire très haut niveau scientifique de la recherche menée par le groupe tout en maintenant ses nombreuses collaborations variées avec le monde socio-économique.

Thème 4 : Imagerie avancée et Vivant

Coordonnateurs : M^{me} Sophie BRASSELET et M Hugues GIOVANNINI

Domaine d'activité du thème

Ce thème de recherche regroupe les contributions de 9 équipes (CLARTÉ, COMiX, CONCEPT, DIMABIO, HIPE, ILM, MOSAIC, PHYTI et SEMO) dans les domaines de l'optique, de la microscopie, des rayons X et des micro-ondes, autour de trois champs d'activité : instrumentation, reconstruction numérique et études biologiques / du vivant. Les applications sont diverses en imagerie opérant à diverses échelles, dans des domaines de fréquences très larges (incluant les hyperfréquences) et pour la caractérisation de la matière et de matériaux variés. Pour le vivant, le champ d'investigation s'étend à des études allant du subcellulaire, voire moléculaire, au corps entier.

Effectifs

| Composition du thème | Au 30/06/2016 Effectifs (ETP) | Au 01/01/2018 Effectifs (ETP) |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés | 22 (15,5) | 25 (18,5) |
| N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés | 13 (8,44) | 13 (8,44) |
| N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche) | 2 (1,5) | 9 (8,5) |
| N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.) | 12 (9,4) | |
| N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM) | 0 | |
| N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche) | 4 (3,5) | |
| N7 : Doctorants | 22 (20,6) | |
| TOTAL N1 à N7 | 75 (58,94) | |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 23 | |

| Bilan du thème | Période du 01/01/2011 au 30/06/2016 |
|---|--|
| Thèses soutenues (ETP) | 29 (26,1) |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité | 19,3 ETP |
| Nombre d'HDR soutenues (ETP) | 11 (7,36) |

Rq : les nombres entre parenthèses indiquent la part réelle de personnes impliquées dans le thème sachant que des personnes sont sur différents thèmes.

Avis global sur le thème

L'activité de recherche du thème imagerie avancée et vivant porte sur les développements conceptuels, analytiques et numériques de nouvelles approches en imagerie et microscopie, avec un focus sur l'instrumentation, la reconstruction numérique et l'étude du vivant. Dans ce contexte, la recherche menée est pour partie fortement interdisciplinaire.

La quantité, la diversité et la qualité des résultats obtenus sont excellentes, et concernent l'ensemble du thème. La production scientifique est riche et remarquable avec plusieurs réalisations à très fort impact. Ce thème procure une très forte visibilité au laboratoire grâce à de nombreux membres très dynamiques.

Les perspectives de recherche s'insèrent dans la continuité des activités menées précédemment tout en prônant une interaction plus forte et systématique entre les différentes compétences déjà existantes au sein du thème. Le comité d'experts prône de ne pas restreindre ces interactions accrues au sein du thème, mais également avec les autres thèmes du laboratoire. Suite à l'arrivée en 2014 et 2015 de biologistes en biomécanique, les activités dans ce domaine vont être naturellement intensifiées permettant ainsi d'asseoir une expertise propre et réelle en biologie au sein du laboratoire. Enfin, un renforcement des activités biomédicales sera opéré via le rattachement d'une équipe de spécialistes en imagerie nucléaire issue de l'APHM et du CERIMED, regroupant médecins nucléaires, médecins cliniciens et physiciens.

Critère 1 : qualité et production scientifiques

Points forts et possibilités liées au contexte

Les avancées en imagerie réalisées par les équipes du thème ont été nombreuses et ont conduit à des résultats importants notamment sur l'imagerie X quantitative à haute résolution de cristaux étendus, sur les méthodes tomographiques et de microscopie à illumination structurée, ainsi que les problèmes inverses qui leur sont associés, sur les techniques de microscopie vibrationnelle et de microscopie à haute résolution résolue en polarisation.

Ces nombreuses avancées ont bénéficié d'interactions fructueuses entre différentes équipes de l'Institut FRESNEL au sein du thème, mais aussi de collaborations locales, nationales et internationales.

De plus, de nombreux travaux sont réalisés en collaboration étroite avec des équipes de chercheurs des sciences du vivant pour aborder de manière originale des questions biologiques et/ou médicales importantes.

La production scientifique des équipes du thème imagerie avancée et vivant est variée, inventive et abondante, puisqu'elle s'élève à plus de 160 publications dans des revues internationales à comité de lecture, soit 1,9 articles/ETPR/an (si on compte 16,19 ETPR C-EC titulaires pour la thématique sur 5,5 années). De surcroît, cette production scientifique est d'excellente qualité. Plusieurs de ses travaux ont été publiés dans des revues à fort impact, et sont déjà reconnus par la communauté, par exemple en ayant valu à l'équipe des invitations (50) dans les meilleures conférences internationales.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Étant donnée la diversité des projets abordés, les équipes du thème imagerie avancée et vivant devront être vigilantes face au risque d'éparpillement des applications envisagées, afin de conserver le niveau de qualité actuel. Cela permettra en particulier d'assurer la pérennité, voire le renforcement des collaborations externes clés, notamment avec les équipes de biologistes/médecins. L'arrivée récente de biologistes au sein du thème sur la période de référence devrait permettre de minimiser ce risque.

Recommandations

Le comité d'experts encourage les équipes du thème imagerie avancée et vivant à poursuivre leur intense activité de publication en continuant à viser les meilleures revues de leurs domaines de recherche.

Appréciation sur ce critère

La quantité et la qualité des résultats ainsi que la production scientifique sont excellentes. La dynamique actuelle place plusieurs développements de ce thème au tout meilleur niveau national, avec une reconnaissance internationale réelle et de très haut niveau.

Critère 2 : rayonnement et attractivité académiques

Points forts et possibilités liées au contexte

Le rayonnement scientifique des membres du thème imagerie avancée et vivant est attesté, aussi bien au niveau national qu'international, par la participation à des comités d'organisation et des comités scientifiques de conférences, une activité d'arbitrage pour les grandes revues de ses domaines de recherche, et des expertises pour des agences d'attribution de moyens de recherche (en France, en Europe, mais aussi au Canada, aux USA et en Nouvelle-Zélande).

Ce thème apporte un rayonnement remarquable au laboratoire comme l'attestent non seulement les conférences invitées de plusieurs chercheurs dans les meilleures conférences nationales et internationales (50 invitations sur le quinquennal), l'organisation de manifestations scientifiques de premier plan national et international, ou la participation active à de nombreux réseaux de recherche nationaux (GDR Ondes, GDR Microscopie et Imagerie du Vivant, France Bio Imaging) et européens (coordonnateur des réseaux COST « MicroCoR », « TD1301 Accelerating the Technological », « Clinical and Commercialisation Progress in the Area of Medical Microwave Imaging », « Raman4Clinics »)

Il convient aussi de mentionner plusieurs prix de recherche attribués aussi bien à des doctorants qu'à des membres confirmés (dont une médaille d'argent du CNRS et plusieurs autres prix nationaux) et le fait que trois membres de ce thème sont actuellement chercheurs invités dans des universités étrangères (Boston et Exeter).

L'attractivité du thème imagerie avancée et vivant est également très bonne, comme l'attestent le nombre de partenaires et de contrats académiques, la qualité des thèses et post-doctorants (51 au total, dont 29 thèses soutenues), le recrutement (1 IR) et l'accueil à la mobilité (2 CR1) de chercheurs biologistes venant renforcer les activités ainsi que l'accueil de chercheurs étrangers invités pour des périodes supérieures à 1 mois.

Points à améliorer et risques liés au contexte

L'attractivité de nouveaux chercheurs ou enseignants-chercheurs a été principalement basée sur des mobilités internes au sein des établissements et non sur des recrutements, liée au contexte national du peu de postes ouverts au concours.

Recommandations

Il faudra veiller à optimiser les possibilités de promotion interne pour les membres (AMU, ECM, CNRS) de l'équipe, dans un contexte tendu sur ce point.

Appréciation sur ce critère

Le thème imagerie avancée et vivant apporte un rayonnement de premier plan au laboratoire grâce à la visibilité de plusieurs chercheurs au meilleur niveau international. L'attractivité est très forte, au niveau partenarial, doctoral et postdoctoral ainsi qu'au niveau de l'accueil de nouveaux chercheurs en mobilité interne. Elle est cependant pénalisée par le contexte actuel de pénurie de postes ouverts au recrutement par les organismes de tutelle. Les membres du thème ont une forte capacité à lever des fonds leur permettant de développer une recherche au meilleur niveau international.

Critère 3 : interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire

Ce thème se caractérise par une forte interaction avec l'environnement économique (au niveau local, mais aussi national) et un investissement certain dans les activités de diffusion de la culture scientifique (un point souvent négligé, car chronophage et peu valorisé).

Points forts et possibilités liées au contexte

Le thème imagerie avancée et vivant a réalisé de nombreux contrats privés sur la période (24) que ce soit avec des PME ou de grosses entreprises, et ce, sur des thématiques variées. En lien avec cette activité appuyée tournée vers le monde socio-économique, plusieurs thèses CIFRE ont été réalisées.

De plus, de très nombreux brevets ont été déposés (13) attestant la dynamique du thème pour des activités de valorisation. Ce dernier point est conforté par la présence de deux projets en maturation SATT Sud-Est.

Les concepts innovants et la cohorte d'instruments de pointe en imagerie et microscopie du thème 4 sont développés au plus près des besoins applicatifs en biologie, biomédical, et en diagnostic et sondage de la matière. Ils conduisent à une remarquable dynamique de maturation, de valorisation et de collaborations industrielles avec des entreprises comme L'OREAL, SANOFI AVENTIS, EDF, VEOLIA, mais aussi directement vers des laboratoires de biologie, leur apportant de nouvelles fonctionnalités. Un exemple significatif de ce transfert, récompensé par le Prix national FIEEC 2015 de la recherche appliquée, est lié à l'imagerie quantitative de phase développée avec la Société PHASICS et qui a conduit à un imageur commercial.

L'obtention du 2^e Prix national FIEEC de la recherche appliquée en 2015 a couronné une collaboration de longue date avec la société Phasics.

Enfin, il faut souligner que l'activité des chercheurs du thème imagerie avancée et vivant envers la diffusion de la culture scientifique est soutenue (participation à des manifestations grand public, dans des écoles, ouvrages et communiqués de presse).

Points à améliorer et risques liés au contexte

Il existe un risque de surcharge de travail pour les membres du thème, qui doivent gérer des activités très variées (recherche fondamentale, recherche appliquée, valorisation et transfert de technologie, activités d'enseignements, diffusion du savoir), dans un contexte très chronophage lié à l'augmentation constante des tâches administratives et à la recherche de financements.

Recommandations

Les relations anciennes et diverses avec de nombreux acteurs du monde socio-économique devraient encourager la recherche de financement de thèses de type CIFRE ou industrielles.

Appréciation sur ce critère

L'interaction avec le monde socio-économique est une caractéristique forte du thème imagerie avancée et vivant que ce soit *via* ses interactions nombreuses et variées avec des entreprises ou *via* ses actions de valorisation. Les membres de ce thème participent à la diffusion de la recherche au travers de diverses actions telles que la rédaction d'articles scientifiques s'adressant à un large public ou dans leurs participations à des séminaires dédiés aux scientifiques, aux industriels et/ou au jeune public. Ce thème se situe au meilleur niveau national et international.

Critère 5 : implication dans la formation par la recherche

Points forts et possibilités liées au contexte

Les nombreuses thèses soutenues dans ce thème sur la période (29), ou encore en cours (22), attestent de l'implication des personnels dans la formation par la recherche.

À noter, la remarquable implication de personnels dans des Erasmus Mundus et Erasmus+ *via* la coordination des programmes Europhotonics (aussi bien au niveau master que doctoral) et dans des écoles de formation nationales et internationales, ainsi que des actions locales liées aux masters et à l'École Doctorale ED352.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Risque d'effet chronophage de la coordination des programmes Europhotonics Erasmus Mundus et Erasmus+.

Recommandations

Il faut veiller à ce qu'à moyen terme, la coordination des programmes Europhotonics Erasmus ne pénalise pas l'activité de recherche des personnels impliqués par un effet chronophage.

Appréciation sur ce critère

L'implication des personnels du thème imagerie avancée et vivant dans la formation par la recherche est remarquable : elle est très importante et de grande qualité au niveau local (29 thèses soutenues), national et international (organisation d'écoles d'été ou de formations CNRS), avec en particulier une dimension internationale du plus haut niveau via la coordination de programmes Erasmus Mundus et Erasmus+.

Critère 6 : perspectives et stratégie scientifique à cinq ans

Points forts et possibilités liées au contexte

Les projets des équipes du thème imagerie avancée et vivant s'insèrent dans la continuité des activités menées précédemment, mais avec trois évolutions notables souhaitées. D'une part, une interaction plus forte et systématique entre les différentes facettes du thème, à savoir développement conceptuel, développement technique et traitement du signal et des images, en interaction avec les trois autres thèmes, d'autre part une implication plus importante dans les applications biologiques qui concernent la biomécanique suite à l'arrivée en 2014 et 2015 de biologistes dans ce domaine, et enfin, un renforcement des activités biomédicales, en particulier par le rattachement d'une équipe de spécialistes en imagerie nucléaire issue de l'APHM et du CERIMED, regroupant médecins nucléaires, médecins cliniciens et physiciens.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Risque d'isolement des équipes situées sur un deuxième site distant (locaux du CERIMED).

Contexte de recrutement de personnels permanents contraint.

Risque d'isolement des chercheurs biologistes récemment mutés dans le contexte de leur progression de carrière, et en interne.

Recommandations

L'existence d'équipes localisées dans les locaux du CERIMED demandera une vigilance particulière pour éviter le risque d'isolement et offrir un véritable cadre de travail collaboratif avec l'ensemble du thème.

Il conviendra de veiller à ce que les chercheurs biologistes nouvellement mutés puissent avoir des activités au plus haut niveau dans leur discipline afin que leur progression de carrière ne soit pas pénalisée lors de l'évaluation par leurs pairs. Des interactions fortes avec des laboratoires de biologie restent certainement nécessaires pour éviter leur isolement thématique.

Si l'ensemble des travaux du thème trouve naturellement des applications dans l'imagerie du vivant (d'où le nom du thème), des opportunités en optique, acoustique, microélectronique, nanotechnologies existent aussi, qu'il conviendra de ne pas oublier.

Dans le contexte de recrutement de personnels permanents contraint, les activités proposées au sein du thème seront assujetties à un bon taux de succès aux appels d'offres nationaux et internationaux pour obtenir du financement pour des chercheurs non-permanents.

Appréciation sur ce critère

Les orientations scientifiques envisagées dans le thème imagerie avancée et vivant sont amplement cohérentes et très pertinentes. Elles se situent aux frontières de la science actuelle avec une prise de risque importante, mais bien assumée, et des perspectives excellentes. Le thème possède tout le potentiel pour mener à bien les développements proposés, mais il devra veiller à effectivement travailler en forte interaction sans trop se disperser et à obtenir les ressources de fonctionnement et humaines suffisantes pour mener à bien ce projet ambitieux.

5 • Déroulement de la visite

Dates de la visite

Début : Mardi 3 janvier 2016 à 12h30

Fin : Jeudi 5 janvier 2016 à 16h00

Lieu de la visite

Institution : Institut FRESNEL

Adresse : Faculté des Sciences - Site de l'Étoile - 13013 Marseille

Locaux spécifiques visités

Laboratoires de l'ensemble des thèmes et Espace Photonique

Déroulement ou programme de visite

Mardi 03/01/2017

| | |
|-------------|---|
| 12h30 | accueil |
| 13h00-14h00 | repas et réunion du comité d'experts à huis clos |
| 14h00-15h30 | présentation du bilan de l'Institut FRESNEL |
| 14h00-14h40 | bilan général |
| 14h40-15h10 | discussion/questions |
| 15h10-16h30 | bilan par thème |
| 16h30-16h50 | pause |
| 16h50-17h10 | réunion avec les représentants doc et post-docs |
| 17h10-17h30 | réunion avec les représentants ITA |
| 17h30-17h55 | réunion avec les représentants enseignants-chercheurs et chercheurs |
| 18h00-19h00 | réunion du comité d'experts |

Mercredi 04/01/2017

| | |
|-------------|---|
| 08h15-12h15 | visites thèmes 1 et 2 (deux groupes avec permutation à 10h15) |
| 12h15-13h45 | déjeuner avec direction et responsables thèmes (plateaux repas) |
| 13h45 | réunion avec le directeur de l'école doctorale |
| 14h00 | réunion avec les tutelles |
| 14h30-18h30 | visites thème 3 et 4 (deux groupes avec permutation à 16h30) |
| 18h30-19h30 | réunion comité d'experts |

Jeudi 05/01/2017

| | |
|-------------|---|
| 08h15 | projet Institut FRESNEL |
| 08h15-09h05 | projet par thème + équipe IMOTHEP (Imagerie Nucléaire) |
| 09h05-09h45 | questions/discussion |
| 09h45-10h15 | projet général |
| 10h15-10h45 | questions/discussion |
| 10h45-11h00 | pause |
| 11h00-11h45 | réunion avec la direction |
| 11h45-13h30 | déjeuner buffet avec le laboratoire et séance poster (environ 8 posters sur des sujets complémentaires) |
| 13h30-16h00 | réunion comité d'experts |

Points particuliers à mentionner

M. Ronan SAULEAU a participé à l'élaboration du rapport, mais n'a pas pu participer à la visite, en raison d'un imprévu familial grave.