

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

Institut Fresnel

### SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Aix-Marseille université – AMU

Centre national de la recherche scientifique –  
CNRS

École centrale de Marseille

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023**  
VAGUE C



Au nom du comité d'experts<sup>1</sup> :

Philippe Roy, Président du comité

Pour le Hcéres<sup>2</sup> :

Thierry Coulhon, Président

En vertu du décret n° 2021-1536 du 29 novembre 2021 :

1 Les rapports d'évaluation « sont signés par le président du comité ». (Article 11, alinéa 2) ;

2 Le président du Hcéres « contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président. » (Article 8, alinéa 5).

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. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

<b>Président :</b>	M. Philippe Roy, CNRS, Limoges
	M. Emmanuel Beaurepaire, CNRS, Palaiseau
	M. Ayache Bouakaz, INSERM, Tours
	M. Christophe Bourlier, CNRS-IETR, Nantes
<b>Experts :</b>	Mme S. Lori Bridal, CNRS, Paris
	M. Stéphane Collin, CNRS, Palaiseau (représentant du CoNRS)
	M. Jean-Luc Moncel, CNRS, Palaiseau (personnel d'appui à la recherche)
	M. Éric Tournié, Université de Montpellier (représentant du CNU)
	Mme Florence Tupin, Télécom Paris, Palaiseau

## REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Philippe Benech

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Institut Fresnel
- Acronyme : Fresnel
- Label et numéro : UMR 7249
- Nombre de thèmes : 4
- Composition de l'équipe de direction : Mme Sophie Brasselet

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication - STIC

ST2 Physique

ST5 Sciences pour l'Ingénieur et de la communication

SV Sciences et Vie

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

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'activité de l'Institut Fresnel s'inscrit dans les grands domaines scientifiques que sont l'électromagnétisme, la photonique, l'information et l'image, depuis des aspects très théoriques ou fondamentaux jusqu'aux développements les plus appliqués.

Depuis le dernier quinquennal, l'Institut Fresnel est réorganisé autour de quatre thèmes de recherches qui déterminent la granulométrie de la présente évaluation. Ces derniers, qui constituent désormais la structure scientifique de l'unité, sont :

- Modélisation électromagnétique (Modèles théoriques, numériques et expérimentaux en électromagnétisme, modèles asymptotiques, applications) ;
- Nanophotonique et composants (Nanophotonique, Antennes optiques et radiofréquences, Couches minces optiques, Interaction laser-matière aux forts flux, Modèles théoriques, numériques et expérimentaux en électromagnétisme, modèles asymptotiques, applications) ;
- Information et photonique (Téledétection, Traitement de l'information et applications, Communications optiques pour l'IoT. Milieux désordonnés) ;
- Imagerie (Approches numériques pour l'imagerie, Instrumentation pour l'imagerie, Biologie Imagerie médicale).

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'Institut Fresnel (UMR 7249) résulte de la fusion, en 2000, du laboratoire d'Optique des Surfaces et des Couches Minces, du laboratoire d'Optique Électromagnétique et de Signal Image. L'unité a aujourd'hui pour tutelles le CNRS qui a un mandat de gestion financière unique depuis 2021, Aix-Marseille université (« AMU » qui est née de la fusion de trois universités en 2012 et qui est la tutelle hébergeante) et l'École Centrale Marseille.

Alors que l'unité s'est formée autour de six équipes, ses effectifs ont régulièrement crû au travers de recrutements, de mobilités positives ou encore par l'intégration d'équipes entières comme ce fut le cas en 2018 avec IMOTHEP, dont l'activité centrée autour de l'imagerie nucléaire contribue à diversifier encore les activités de l'Institut.

L'unité est désormais organisée en quatre grands thèmes et compte quatorze équipes. Cinq mènent des recherches affichées dans un seul et même thème, les autres ont des savoir-faire, des activités et des domaines d'applications très variés et contribuent à plusieurs thèmes. Cette organisation récente en grands thèmes scientifiques souligne le caractère horizontal, interdisciplinaire et extrêmement diversifié des activités des équipes de l'unité et se justifie désormais pleinement.

L'Institut Fresnel est localisé sur quatre sites. Sur le campus de Saint Jérôme à Marseille, deux bâtiments accueillent la majeure partie des personnels de l'unité et l'Espace Photonique. Les activités d'imagerie préclinique et médicale et un plateau technique spécifique aux mesures en chambre anéchoïque sont respectivement hébergés sur le campus Santé de La Timone (au CHU et sur la plateforme du Centre Européen de Recherche en Imagerie Médicale) et dans les locaux de Polytech Marseille / laboratoire IUSTI situés sur le technopôle de Château-Gombert.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'environnement de recherche de l'institut Fresnel est très riche et offre de nombreuses possibilités de développements que l'institut a su saisir en s'impliquant. En premier lieu, l'AMU a créé des instituts d'établissement afin de structurer son activité en grands domaines scientifiques qui favorisent les collaborations de recherche et de formation. Fresnel est au cœur (co-création, direction, membres de conseils et commission recherche) de trois de ces instituts que sont Marseille Imaging orienté vers l'imagerie biologique et médicale, AMUTech orienté vers les sciences des matériaux et les nanotechnologies, et Archimède plus particulièrement consacré aux mathématiques, à l'informatique et à la science des données. Les personnels de l'I. Fresnel sont par ailleurs fortement impliqués, à des niveaux moindres, dans d'autres instituts comme MarMaRa (médical Marseille Maladies Rares), NeuroMarseille (neurosciences), ISFIN (Institut des Sciences de la Fusion et de l'Instrumentation en Environnements Nucléaires), Laënnec (Sciences numériques et intelligence artificielle pour la santé), ORIGINES (De la formation des planètes à l'émergence de la vie) et *Convergences CENTURI Turing Centre for Living Systems* (interface entre sciences mathématiques, physique et Biologie).

L'UMS CERIMED (Centre Européen de Recherche en Imagerie Médicale, sur le campus de la Timone), est également une structure majeure dans l'environnement immédiat de Fresnel qui dynamise fortement les activités du thème imageries médicales en particulier.

Toutes les thématiques portées par l'Institut Fresnel bénéficient d'un environnement et d'une organisation qui dynamisent les actions de collaborations, en particulier trans ou interdisciplinaires. Les actions A\*Midex pour l'interdisciplinarité et les plateformes, les actions des Instituts d'Établissement pour les financements de stages, Ph.D. programs et postdoctorants ne sont que quelques exemples qui encouragent les synergies entre les laboratoires du site (soumissions de projets, co-publications, etc.).

Le Service Partenariat Valorisation SPV du CNRS, la DRV AMU, l'institut CARNOT STAR, et A\*Midex sont autant de structures de valorisation de site qui soutiennent l'Institut Fresnel dans ses démarches de valorisation. L'accompagnement des personnels de l'institut est une aide qui se matérialise par l'attribution de moyens humains et financiers provenant de divers types de projets (de maturation par exemple).

Deux plateformes, Photonique et Diffusif, qui sont labellisées « Plateformes Technologiques du site d'Aix-Marseille », offrent aux partenaires académiques et industriels des ressources en instrumentation, caractérisation optique, et fabrication de composants optiques.

L'Institut Fresnel bénéficie de surcroît de la proximité de multitudes de formations au sein desquelles, les personnels de l'institut sont très bien impliqués (direction adjointe, direction de départements d'enseignement, création de masters, etc.). Le Master International Europhotonics de AMU, créé en 2010 dans le cadre d'un programme EMMC Erasmus Mundus est aujourd'hui Erasmus+. Il accueille environ 50 étudiants par an et traite de thématiques diverses en photonique « *Photonics Engineering, Biomedical Imaging, Quantum Optics, Laser Optics, Optics for Astronomy, Nanophotonics, Biophotonics* ». Le Master Traitement du Signal et des Images (TSI) de l'AMU créé en 2019 regroupe environ 60 étudiants par an dans les domaines de l'Interface Physique Signaux-Images, de l'Image (MOdèle et VIsion) et des Signaux et Images (BIOMédicaux). Plus récemment, les EC du thème Électromagnétisme de l'unité ont contribué à la création du Master de Modélisation de Systèmes et Phénomènes Physiques (MSPP) de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar Sénégal, couvrant un grand éventail de thématiques (Physique, Chimie, Mathématiques et Informatique).

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2021

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	21
Maîtres de conférences et assimilés	36
Directeurs de recherche et assimilés	12
Chargés de recherche et assimilés	12
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	37
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>118</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	8

Personnels d'appui à la recherche non permanents	329
Post-doctorants	18
Doctorants	69
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>424</b>
<b>Total personnels</b>	<b>542</b>

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2021. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Employeur	EC	C	PAR
Aix-Marseille université	37	0	8
Centrale Marseille	20	0	1
CNRS	0	24	17
CHU Marseille	0	0	11
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>24</b>	<b>37</b>

## BUDGET DE L'UNITÉ

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	2 510
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	3 131
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	10 375
Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	11 025
Ressources issues de la valorisation, du transfert et de la collaboration industrielle (total sur 6 ans des sommes obtenues grâce à des contrats, des brevets, des activités de service, des prestations, etc.)	5 731
<b>Total en K€</b>	<b>32 772</b>

## AVIS GLOBAL

Au terme du contrat, l'institut FRESNEL rassemble plus de 204 membres dont 101 permanents organisés autour de grands domaines scientifiques que sont l'électromagnétisme, la photonique, l'information et l'imagerie. C'est une unité dont le nombre de permanents progresse globalement au cours de la période (+16 notamment grâce à l'accueil d'une équipe extérieure) et dont la visibilité et la reconnaissance reposent sur son niveau d'excellence et sur le rayonnement international de ses activités, des plus théoriques aux plus appliquées.

Son activité scientifique est structurée en quatre thèmes qui s'appuient sur 14 équipes et dont la maturité a progressé pendant la période. Elle bénéficie d'un positionnement très pertinent et met l'interdisciplinarité en avant sans renier ses savoir-faire historiques. La visibilité de l'unité est globalement de rang international, voire de rang mondial pour certaines activités telles que :

- les travaux de recherche sur la modélisation électromagnétique, les métamatériaux et l'analogie optique microondes ;
- le contrôle optique *in situ* du dépôt de couches minces complexes, l'exaltation de fluorescence (application à l'étude de la membrane de cellules vivantes), la thermoplasmonique (piégeage de nano-objets par des nano-pinces optiques assistées de forces thermiques) et les métamatériaux pour l'IRM ;
- la diffusion de la lumière et du rayonnement thermique (et instruments de la plateforme DIFFUSIF) ;
- les activités autour de la biophotonique.

Le rayonnement scientifique de l'Institut Fresnel est de niveau international comme attesté par les très nombreuses conférences invitées (environ 240 au cours de la période) dans des congrès internationaux. L'implication de ses membres dans toutes les instances clés du domaine (Sociétés savantes OSA EOS SFO, comités d'organisation de conférences de premier ordre OPTICA SPIE, activité éditoriale dans des revues de rang A, réseaux nationaux et internationaux, etc.) contribue à cet excellent rayonnement. Plusieurs permanents de l'unité ont obtenu des prix prestigieux (médaille d'argent du CNRS, IUF, trophée étoile de l'Europe, etc.) tout en assumant des responsabilités lourdes dans l'encadrement ou l'administration de la recherche.

La production scientifique est en croissance (+30 %) et globalement excellente tant quantitativement (environ 2,4 RICL par ETP/an) que qualitativement en ce qui concerne les RICL. 10 % de RICL sont co-signées entre thèmes montrant de réelles interactions. L'excellence des collaborations scientifiques avec des laboratoires internationaux de référence amène à de nombreuses co-signatures de publications. En termes de taux de publication, il existe de fortes disparités entre permanents, certains ne contribuant que peu, voire pas du tout à la production scientifique de l'unité. Le taux de publications co-signées par des doctorants demeure relativement faible, de l'ordre de 30 % en moyenne.

Durant la période, les chercheurs de l'Institut Fresnel ont obtenu un nombre exceptionnel de projets européens et internationaux (20 projets portés). Les membres du laboratoire ont également une contribution remarquable aux appels à projet ANR (24 nouveaux projets dont 19 portés). L'unité participe également avec succès à des appels à projets liés aux investissements d'avenir et projets structurants pour la compétitivité.

Comme en atteste son appartenance au réseau Carnot, ses trois laboratoires communs avec des industriels et la chaire industrielle, l'unité fait état d'un très bon niveau de collaborations industrielles (101 projets industriels). Le nombre de contrats Cifre pourrait cependant être amélioré. La qualité des interactions de l'unité avec des partenaires non-académiques, bien que très satisfaisante dans son ensemble, laisse apparaître de très fortes disparités, tant entre thèmes que dans le temps.

Au cours de la période, l'équipe de direction s'est progressivement approprié la nouvelle structuration en thèmes qui améliore la communication avec les personnels et permet d'optimiser les stratégies de recrutement et organisationnelles. Elle dispose de plusieurs espaces de discussions (CL, Codir, réunions mensuelles thématiques, diverses commissions) pour percevoir les difficultés, pour les demandes et besoins des personnels. Les conditions de travail de l'unité sont bonnes et les personnels sont impliqués dans de nombreux comités, espaces de veille ou autres dispositifs qui contribuent à maintenir une bonne ambiance de travail.

La politique d'accueil des personnels est excellente (outre les dispositifs habituels, les multiples espaces de dialogues sont un plus). Cela doit cependant être nuancé en ce qui concerne l'accompagnement des doctorants, postdoctorants et CDD étrangers. Ceux-ci ont particulièrement alerté le comité sur le manque d'interlocuteurs anglophones dans les services dédiés à leur accueil malgré des efforts conséquents de l'unité.

Les deux plateformes labellisées de niveau mondial, et les deux plateaux techniques du laboratoire se démarquent par l'ampleur de leur activité contractuelle et de prestation tout en apportant un fort soutien à la recherche. L'excellence de leur rayonnement contribue fortement à l'attractivité de l'unité. Néanmoins, les contraintes liées aux locaux deviennent fortes et l'unité ne dispose pas d'espaces libres dédiés à l'accueil de nouveaux projets d'envergure. Le manque de surfaces consacrées notamment aux expérimentations est jugé crucial et limitant par le comité. L'unité souffre d'un ratio PAR/chercheurs, enseignants-chercheurs particulièrement faible, pour le maintien des services, de toutes les plateformes et des plateaux techniques au meilleur niveau. L'attention du comité a été particulièrement attirée sur le cas de la plateforme DIFFUSIF.

L'unité a une contribution exceptionnelle à des actions de diffusion des connaissances en direction du « grand public », notamment avec la réalisation de nombreuses vidéos de vulgarisation.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

## A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'unité poursuit sa dynamique d'excellence en démontrant dans son document d'autoévaluation (DAE) la qualité de ses activités et de sa production scientifique. L'unité peine cependant dans son DAE à donner des exemples emblématiques du caractère différenciant de ses recherches (positionnement international, apport de la pluridisciplinarité et actions inter-thèmes). Les entretiens ont permis de préciser le positionnement international.

Le comité précédent soulignait une implication insuffisante dans des projets à dimension internationale et européenne pour certaines activités. L'unité souligne qu'un grand nombre de projets européens ont été déposés et prouve sa reconnaissance internationale avec de nombreuses communications invitées.

Le comité précédent recommandait de veiller à conserver un caractère amont en évitant de trop nombreuses prestations faites dans le cadre de ses collaborations industrielles. L'unité démontre une augmentation significative de la part de ses ressources industrielles (11 à 19 %) tout en soutenant ses activités de recherche fondamentale. La montée en puissance des plateformes est effective, tant du point de vue de l'augmentation du parc d'équipement que de la gestion associée. Les actions de valorisation et de communication grand public montent également en puissance durant la période.

En ce qui concerne la recommandation sur l'articulation entre équipes et thèmes, l'unité donne des éléments dans le DAE démontrant qu'elle s'approprie petit à petit cette nouvelle organisation. Une formation aux nouveaux entrants a été instaurée, une attention particulière a été portée aux recrutements sans pour autant que cela ne permette de s'affranchir des difficultés conjoncturelles de recrutement. Seule la suggestion de mettre en place un comité de pilotage entre l'unité et ses tutelles n'a pas été suivie au cours de la période.

Il était recommandé d'impliquer davantage les doctorants dans la vie du laboratoire. De nombreuses actions ont été menées pour dynamiser la vie étudiante et en particulier assurer un meilleur suivi pendant la thèse et au-delà (comité suivi thèses, séminaires doctorants, événements sociaux une fois par mois, journée des doctorants, *Optica student chapter*, etc.). Les domaines de recherche plus fondamentaux sont néanmoins toujours confrontés à des difficultés de recrutement qui ne sont que très partiellement gommés par des couplages d'activités entre équipes, voire thèmes. La recommandation sur la double-appartenance des C/EC de l'unité à l'ED62 n'a pas été suivie.

L'unité a bien suivi les recommandations formulées dans le rapport précédent en mettant en place une évaluation pour suivre la bonne évolution des thèmes à mi-parcours du quinquennal. L'animation scientifique générée par l'intermédiaire des thèmes progresse. L'exemple de l'intégration de l'équipe IMOTHEP dont les domaines d'activité se déclinent dans les thèmes « Information et Photonique » et « Imagerie » en plus de ses activités originelles autour de thématiques médicales est remarquable.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

### DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

#### Appréciation sur les ressources de l'unité

Les ressources financières propres de l'unité sont conséquentes (5,8 M€ en 2021 et 4,75 M€ en moyenne par an au cours de la période), diversifiées et globalement en hausse au cours de la période, ce qui démontre son dynamisme.

De la même manière, les effectifs progressent (+ 16 permanents principalement lié à l'arrivée d'une nouvelle équipe). Les demandes de postes sont anticipées et discutées pour privilégier l'excellence scientifique mais le comité constate que certains thèmes affichent un déficit.

Les contraintes liées aux locaux deviennent fortes et l'unité ne dispose pas d'espaces libres. Une extension significative de l'activité liée par exemple à l'accueil de nouveaux projets (ERC) serait difficile.

L'unité dispose de deux plateformes labellisées reconnues à un niveau mondial et de deux plateaux techniques qui soutiennent efficacement les activités de recherche et la valorisation.

Des disparités concernant les ressources propres et le recrutement de chercheurs permanents sont observées entre les thèmes et sont susceptibles d'entraîner des difficultés à moyen ou long terme.

L'unité souffre d'un ratio PAR/chercheurs, enseignant-chercheurs particulièrement faible, pour le maintien des services, des plateformes et des plateaux techniques au meilleur niveau. Ce constat concerne toutes les plateformes mais est particulièrement critique à moyen terme pour la plateforme DIFFUSIF. Les renforcements des personnels de soutien à la recherche comme les transferts des savoir-faire en prévision des départs à la retraite annoncés doivent être anticipés.

### Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

La structuration en thèmes associée à une animation scientifique riche et à une politique d'attribution des moyens concertée a permis à l'institut d'atteindre ses objectifs scientifiques.

Le positionnement scientifique de l'unité est très pertinent, tant au niveau local, que national ou international. Les nouvelles activités autour de la biophotonique, des applications médicales et de l'IA semblent pertinentes et ouvrent des perspectives d'application pour les thématiques cœur de métiers de l'unité. Celle-ci devra cependant trouver un équilibre pertinent entre les activités historiques et celles en émergence.

### Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité possède une organisation en thèmes créée lors du dernier contrat et dont la maturité progresse.

L'équipe de direction dispose de plusieurs espaces de discussions (CL, Codir, réunions mensuelles thématiques, diverses commissions) pour élaborer ses stratégies et percevoir les difficultés, demandes et besoins des personnels.

Les conditions de travail de l'unité sont bonnes et les personnels sont impliqués dans de nombreux comités, espaces de veille ou autres dispositifs qui contribuent à maintenir une bonne ambiance de travail comme cela a été rapporté au comité lors des entretiens sur site.

## *1/ L'unité possède des ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité travaille dans des domaines de recherche variés, avec une réelle approche interdisciplinaire d'une part et en traitant des aspects les plus fondamentaux aux plus appliqués d'autre part. La structuration, depuis la dernière évaluation, en quatre « équipes thématiques » sous-tendues par quatorze équipes opérationnelles apparaît ainsi très efficace, pertinente et bien adaptée au profil d'activité que l'unité définit elle-même comme très orientée vers la recherche.

L'augmentation régulière des effectifs de l'unité par des recrutements ou par le rapprochement d'équipes montre le dynamisme de l'unité et l'attractivité induite par son profil. La balance recrutements/départs pour les postes permanents pendant la période est légèrement positive, en particulier pour les services communs.

Les ressources budgétaires propres sont très conséquentes : 4,75 M€ par an en moyenne pendant la période et 5,8 M€ en 2021 hors salaires, ce qui représente presque 50 % du budget consolidé de l'unité. Elles ont augmenté de manière significative sur le dernier contrat, en particulier du fait de l'obtention du projet PIA/ANR Equipex+ IDEC (2,3 M€) obtenu en 2021. Les dotations récurrentes, bien que modestes (7 % du budget hors salaires) progressent également pendant la période.

Les ressources propres sont variées puisque issues pour moitié de projets européens (31 %) et ANR (21 %) et complétées par des contrats de valorisation, des contrats industriels et enfin régionaux. Cet équilibre, bien que demandant des efforts constants, permet d'éviter une trop grande dépendance à d'éventuelles changements de politique d'organismes de financement.

La politique de gestion financière est clairement définie. L'Institut Fresnel s'appuie sur la dotation des tutelles pour soutenir ses équipes et mener certaines actions communes telles que l'animation scientifique. Un prélèvement sur contrat, lorsque cela est possible permet quant à lui, d'assurer un soutien RH sous la forme de CDD (soutien technique mais aussi soutien pour la gestion administrative et financière des projets).

L'unité occupe deux bâtiments principaux à proximité sur le campus St Jérôme et deux espaces sur des sites distants (CHU la Timone et Polytech Marseille). L'éloignement de ces deux sites n'est cependant pas un frein à la cohésion du laboratoire dans la mesure où les activités qui y sont menées enrichissent les collaborations et l'interdisciplinarité.

L'unité dispose de deux plateformes, de deux plateaux techniques et d'un parc d'équipements spécifiques qui permettent de répondre de manière très satisfaisante aux besoins d'expérimentation des chercheurs et doctorants.

De la même manière, l'unité mène une politique de gestion des ressources logiciel et informatique cohérente et efficace en mutualisant des moyens avec d'autres acteurs du site et en participant à des projets structurants qui impliquent chercheurs et services informatiques.

## Points faibles et risques liés au contexte

Bien qu'une augmentation des effectifs de l'unité soit globalement observée, des déséquilibres entre thèmes sont visibles et cela risque de les affaiblir sur le long terme (le thème 1 Modélisation Électromagnétique est par exemple déficitaire en doctorants et en EC/C pendant la période).

Pour un laboratoire fortement impliqué en sciences expérimentales, les surfaces techniques sont insuffisantes et par comparaison bien inférieures aux surfaces administratives, alors que l'unité décrit une situation « relativement tendue » qui limitera les possibilités d'accueil de projets d'envergure. Des travaux en cours autofinancés par l'unité vont permettre de parer au plus pressé mais la question des surfaces, en particulier des surfaces consacrées aux expérimentations a été jugée cruciale et limitante par le comité.

La répartition des ressources propres entre les thèmes n'est pas équilibrée. L'année 2021 par exemple pour le thème 1 fait apparaître un très faible revenu de 20 k€ pour l'ensemble du thème. Si cela se répète, le recrutement et l'environnement de doctorants ou de CDD sur fonds propres, la participation à des conférences internationales reconnues ou simplement le développement de nouvelles actions de recherche pourraient être compromis. Le prélèvement opéré sur les contrats qui le permettent est exclusivement utilisé pour assurer la gestion administrative de ces mêmes contrats. Cette politique de distribution n'est cependant pas satisfaisante pour tous les membres de l'unité.

Malgré la très bonne gestion des ressources informatiques, il existe néanmoins certains besoins spécifiques de calcul nécessitant des moyens propres insuffisants à ce jour.

## *2/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques, y compris dans la dimension prospective de sa politique.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a opéré une restructuration judicieuse en quatre thèmes lors du contrat précédent, tant dans le fonctionnement quotidien que pour servir son projet à plus long terme. Cela donne un meilleur affichage de ses activités. Si les équipes conservent un rôle opérationnel, les objectifs de pluridisciplinarité et la recherche systématique de concertation affichés par l'Institut Fresnel sont bien servis par les différents rôles qu'assument les thèmes.

Ainsi, l'attribution de moyens, tels que les projets internes financés sur fonds propres ou les propositions de sujets à associer aux contrats doctoraux, est systématiquement décidée dans des espaces qui impliquent direction, responsables de pôles et d'équipes.

Malgré une pause opérée pendant la période COVID, l'animation scientifique est riche. Elle est assurée par l'intermédiaire de séminaires hebdomadaires, des séminaires de doctorants ou par des workshops autour de domaines scientifiques précis. La création de groupes de travail autour de questions telles que le potentiel de l'IA dans la recherche menée dans l'unité, ou encore la possibilité de créer ou de valoriser des plateformes communes sont d'autres exemples d'actions dans lesquelles les thèmes sont toujours moteurs.

Bien que les champs scientifiques couverts par les thèmes soient déjà étendus, l'unité soutient de cette manière l'émergence de projets interdisciplinaires, inter-équipes et inter-thèmes.

La définition des priorités lors des campagnes d'emploi est menée dans la concertation et conduit à des profils larges, voir à l'interface des thèmes.

## Points faibles et risques liés au contexte

Les soutiens RH de PAR sont limités au regard des ambitions affichées par l'Institut. En particulier, le manque d'effectifs de ces personnels pourrait entraîner des retards ou des remises en causes de projets structurants et d'envergure (développement des plateformes, ERC, chaire d'excellence, etc.).

Les domaines scientifiques « cœur de métier » pourraient souffrir d'un contexte qui favorise trop systématiquement le travail aux interfaces des thèmes.

La gestion des sujets de thèse proposés à l'école doctorale et des candidatures des étudiants sur les contrats doctoraux pose problème car l'unité ne parvient pas à faire respecter ses priorités scientifiques. En effet, les qualités de communicant des postulants à un contrat doctoral priment devant les priorités scientifiques définies par l'unité.

### *3/ Le fonctionnement de l'unité est conforme aux réglementations en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection du patrimoine scientifique.*

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est très attentive au respect des règles de recrutement en termes de non-discrimination et en particulier de parité quel que soit le type de postes concernés. Rapportée à la situation thématique du laboratoire, la proportion de femmes travaillant dans l'institut est bonne. L'Institut Fresnel est doté d'un règlement intérieur et d'un système d'information sur l'intranet. Les personnels ont donc accès aux données relatives à la vie de l'unité. Une journée des entrants (annuelle) permet de diffuser les informations relatives à la vie et aux règles de l'unité, des événements sociaux renforcent la cohérence et des formations spécifiques sont organisées pour traiter par exemple, de sensibilisation à la déontologie scientifique, aux règles de publication et la propriété intellectuelle (PI), de protection du patrimoine scientifique (sécurité informatique et accès), infrastructure, risques HSRPS, etc.

La gouvernance de l'unité est bien structurée et l'animation scientifique est principalement réalisée au niveau des thèmes lors de réunions régulières (mensuelles). Les thèmes sont par ailleurs représentés au conseil de laboratoire qui compte 18 membres dont 10 élus et échangent de plus tous les trois mois avec la direction à propos de l'animation scientifique (les responsables de thèmes, référents locaux et commission informatique sont invités permanents), d'aspects stratégiques, pour la répartition des ressources et la préparation des campagnes de recrutement.

L'unité se démarque par un nombre conséquent de dispositifs de veille mis en place à l'initiative de la direction qui peuvent prendre diverses formes allant de simples sondages à des rencontres périodiques entre la direction et les équipes, en passant par des groupes de travail thématiques (développement durable, IA, RPS, etc.).

L'unité a nommé deux assistants de prévention pour la prévention des risques et a mis en place un registre de sécurité et santé au travail. Des référents thématiques complètent la constitution du comité hygiène et sécurité pour une meilleure couverture des activités.

L'unité applique la politique de sécurité des systèmes d'information du CNRS, le responsable informatique a été nommé correspondant et assure le lien entre les instances de sécurité, les tutelles et l'unité. Une charte informatique doit être signée par tout nouvel arrivant.

Selon les représentants des PAR, les relations avec la direction sont très appréciées par l'ensemble des personnels de soutien. Les réunions mensuelles sont des moments privilégiés et nécessaires aux échanges constructifs avec la gouvernance de l'unité.

Un Plan de Continuité d'Activités (PCA) est en place depuis 2020.

## Points faibles et risques liés au contexte

En termes d'effectifs, l'institut Fresnel fait état de 204 personnels dont 101 permanents. L'unité compte 20 ITA/BIATSS ce qui donne un ratio ITA/BIATSS par chercheur – enseignant chercheur à 0,24. Ce ratio tombe à 0,12 pour les fonctions de soutien à la recherche, ce qui est particulièrement faible.

Le manque de personnels d'accompagnement à la recherche impacte fortement les services informatique, ressources humaines, gestion financière, moyens mécaniques ainsi que les activités de toutes les plateformes. De plus cela fragilise la pérennisation des savoir-faire et constitue un frein au développement et à l'ouverture réelle des plateformes et plateaux techniques à l'extérieur.

La plateforme de métrologie et d'instrumentation optique DIFFUSIF est de renommée mondiale. Elle héberge une dizaine d'instruments originaux conçus et développés en interne afin de répondre aux besoins scientifiques et aux demandes spécifiques de partenaires académiques et industriels régionaux.

Le comité relève que la plateforme DIFFUSIF est sous-critique, elle implique actuellement 3 personnels permanents (1 IR responsable de la plateforme, 1 chercheur émérite et 1 directeur de recherche) et 4 à 6 CDD suivant la période. Parmi les personnels permanents, deux départs à la retraite sont programmés pour la prochaine mandature ce qui fragilise grandement et à moyen terme le fonctionnement de la plateforme.

Par ailleurs, quelques difficultés ont été relevées sur l'organisation du pôle « Mécanique et Instrumentation ». Au-delà de l'encadrement pris en charge par l'un des deux directeurs adjoints, ce service est composé de trois techniciens dont l'un est en arrêt maladie depuis plusieurs mois et un second est très proche de la retraite. L'institut Fresnel a mis à disposition le centre d'usinage à commande numérique de quelques personnels chercheurs formés mais sans appui fort d'un personnel dédié.

Les contraintes liées à la surface des locaux alloués aux dispositifs expérimentaux et techniques pourraient compromettre la réussite de projets structurants d'envergure.

La lecture du rapport d'auto évaluation montre de nombreuses incohérences sur les indicateurs chiffrés (tableaux Excel). La qualité du pilotage de l'unité risque de souffrir du défaut d'indicateurs fiables sur le long terme.

La dernière version du règlement interne, soumise au conseil de laboratoire et validée par les tutelles, en date du 03 janvier 2020 n'a pas été mise à jour. Les aspects liés au télétravail, l'existence d'un Correspondant-e Formation (CoFo) sont manquants. Un assistant de prévention sur deux est mentionné. Concernant la charte informatique, sur les trois tutelles concernées, seul le CNRS est cité.

Le comité a été sensibilisé sur le fait que les moyens d'information concernant la vie de l'unité ne répondent pas totalement aux besoins des doctorants et des nouveaux arrivants étrangers.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

### Appréciation sur l'attractivité

L'unité possède globalement un excellent rayonnement scientifique national et international, en particulier grâce à l'implication de ses membres dans toutes les instances clés du domaine (Sociétés savantes OSA EOS SFO, comités d'organisation de conférences de premier ordre OPTICA SPIE, activité éditoriale dans des revues de rang A, réseaux nationaux et internationaux, etc.).

Plusieurs permanents de l'unité ont obtenu des prix prestigieux tout en assumant des responsabilités lourdes dans l'encadrement ou l'administration de la recherche.

Les efforts consentis pourraient être répartis entre un plus grand nombre de personnels afin de réduire le risque d'épuisement des plus actifs.

La politique d'accueil des personnels est excellente (outre les dispositifs habituels, les multiples espaces de dialogues sont un plus). Cela doit cependant être nuancé en ce qui concerne l'accompagnement des doctorants, postdoctorants et CDD étrangers qui ne bénéficient pas d'un accompagnement suffisamment efficace.

Les plateformes labellisées, de niveau mondial, et les plateaux techniques du laboratoire se démarquent par l'ampleur de leur activité contractuelle et de prestation qui permet d'atteindre l'autofinancement tout en apportant un fort soutien à la recherche. L'excellence de leur rayonnement contribue fortement à l'attractivité de l'unité.

*1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et contribue à la construction de l'espace européen de la recherche.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

Malgré la diversité des thématiques de recherche traitées, l'unité possède un excellent rayonnement global, tant au niveau national qu'international et sans qu'aucun thème ne soit en retrait. Pour ne citer que quelques points saillants :

– Les quatre thèmes font état d'une quarantaine de conférences internationales invitées par an, c'est excellent. Avec un taux d'environ quatre conférences (nationales et internationales) invitées par permanent pendant la période, le thème modélisation électromagnétique fait état d'un résultat exceptionnel.

- Les membres permanents ont une participation dans des comités d'organisation OPTICA et SPIE pour des conférences majeures (Metamaterials, CLEO Europe, IEE 5G World Forum, Photonics Europe, Photonics WEST, etc.) et ont une forte activité éditoriale (14 personnes impliquées) dans des revues internationales de rang A (Optics Letters, Optics Express, Optica, etc.).
- De même ils ont des responsabilités dans des sociétés savantes (groupe technique couches minces optiques de l'OSA, conseil d'administration EOS, etc.).
- Deux laboratoires internationaux (LIA) sont à l'initiative de l'Institut : ALPhFA et IMAGINano, ainsi que des partenariats dans des masters internationaux et des actions ACPHAST 4.0.
- Au niveau national, le comité souligne les distinctions de premier rang obtenues par des membres permanents (médaille d'argent du CNRS, IUF, etc.), des prises de responsabilités dans des sociétés savantes en France (SFO, SFMN, club couches minces optiques, etc.), la participation à des GDR (IMABIO, APPAMAT, ONDES, META) dont directions adjointes et la participation ou la coordination de projets PIA3 et PEPR.

## Points faibles et risques liés au contexte

La visibilité internationale de l'unité et son implication dans des instances de pilotage de la recherche reposent sur l'implication de certains membres, principalement seniors. Un manque de relève pourrait fragiliser le positionnement de l'Institut.

### *2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accueil des personnels.*

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a déployé des dispositifs classiques mais efficaces pour organiser l'accueil des doctorants (journée des nouveaux entrants, livret d'accueil, comité de suivi des thèses).

L'unité démontre son attractivité car :

- environ 60 % des doctorants proviennent de masters localisés en dehors de Marseille, voire à l'étranger ;
- neuf chercheurs invités internationaux ont rejoint l'unité pendant la période pour des séjours allant de trois semaines à quelques mois ;
- six personnes provenant d'unités en dehors de Marseille (dont 3 d'universités étrangères prestigieuses) ont été recrutées durant la période sur des postes permanents de chercheurs et d'enseignants-chercheurs.

Les effectifs de l'unité sont en forte hausse avec 36 personnels supplémentaires toutes catégories confondues. Pour les permanents, on relève seize personnels supplémentaires (dont 4 CR CNRS et 4 MCF recrutés en plus du rapprochement de l'équipe IMOTHEP). Les doctorants sont également plus nombreux (+ 11) par rapport à la période précédente.

L'unité est active dans la recherche et la préparation au concours CR CNRS, chaires d'excellences et industriels. Cinq candidats par an sont présentés au concours CR CNRS, six candidats se sont présentés à des chaires d'excellence et un à une chaire industrielle.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'accueil de doctorants, étrangers ou non, demeure difficile pour certaines thématiques impliquées dans des activités de recherche fondamentales (principalement thème 1).

Le comité a également souligné les difficultés rencontrées par les étudiants étrangers sur les questions d'accompagnement des démarches administratives. Bien que le représentant de l'AMU informe qu'un site en français et en anglais a été récemment mis en ligne et est parfaitement opérationnel, les difficultés persistent. Selon les représentants des étudiants, un livret d'accueil mis en place par un ancien étudiant semble être plus utile que la version officielle.

### *3/ L'unité est attractive par la reconnaissance que lui confèrent ses succès à des appels à projets compétitifs.*

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est attractive par sa capacité à porter ou à participer à de nombreux projets compétitifs comme en atteste son budget conséquent (93 % de ressources propres). Bien que le taux de succès de l'unité à l'ANR soit dans la moyenne nationale, l'augmentation significative du nombre de projets déposés explique à elle seule une augmentation du budget de l'unité en 2021. Son attractivité est exceptionnelle avec 24 projets financés dont 19 portés par des personnels de l'unité.

L'attractivité de l'unité est exceptionnelle au niveau international par sa capacité à porter des projets européens remportés (20 en tout dont 3 ERC, 4 ITN, 3 ICT 1 Euréka, porteur d'une action COST Newfocus, etc.). Avec trois succès ERC supplémentaires hors période (2022), l'unité poursuit ses efforts. Des projets d'envergure PIA, PSPC complètent le paysage.

### Points faibles et risques liés au contexte

Les personnels de l'unité sont incités à répondre à des AAP grâce des communications orchestrées par la tutelle AMU. Ils enregistrent des succès à des appels compétitifs (ANR, ASTRID, EUROPE, PIA, etc.) au prix d'efforts conséquents. Cela entraîne un risque d'épuisement, en particulier si la répartition de la charge n'est pas homogène entre tous les personnels.

## *4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences technologiques.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'institut Fresnel dispose de deux plateformes labellisées de niveau mondial et de deux plateaux techniques. Tous les thèmes de l'institut bénéficient de ces infrastructures qui constituent une plus-value certaine pour tous les personnels, permanents ou non. L'ouverture souhaitée de ces structures vers une utilisation partielle ouverte à des partenaires (les protocoles sont discutés et organisés avec les partenaires mais exécutés par les personnels habilités de Fresnel) dynamise les collaborations établies ou émergentes dans tous les domaines thématiques de l'institut.

Ces plateformes et plateaux constituent par ailleurs une formidable vitrine pour drainer des moyens conséquents, tant en termes de postes (1 IR Carnot, 3 IR/IE A\*MIDEX) que d'équipements lourds (CPER/FEDER) et de fonctionnement (projets industriels et académiques).

La plateforme Couches minces et optiques (périmètre élargi en 2021 « photonique ») a rejoint le réseau RENATECH+ et dispose aujourd'hui de recettes conséquentes (500 k€/an en cumulant recettes industrielles et académiques).

La plateforme DIFFUSIF, dont la renommée est mondiale grâce à ses instruments uniques, arrive à l'autonomie financière grâce à un volume de recettes industrielles et de projets CNES qui est de l'ordre d'un million d'euros pendant la période.

Le projet EQUIPEX+ IDEC apporte un soutien significatif aux plateformes et plateaux techniques, en particulier en termes de PAR en CDD. Il contribue ainsi à faire croître l'attractivité de l'institut par ses plateformes et plateaux techniques qui sont en croissance constante et qui soutiennent indéniablement la recherche.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le fonctionnement des plateformes manque de clarté pour le comité, en particulier parce que des EC/C et des étudiants sont impliqués ou sont comptabilisés dans les effectifs des personnels de gestion des plateformes et des plateaux techniques alors qu'ils ne devraient être que des utilisateurs.

Le nombre conséquent de postes CDD financés sur fonds propres ou par des projets structurants (A\*MIDEX et Equipex+ IDEC) présente un risque élevé de perte de compétences lors de leurs départs.

La pénurie de postes ITA/BIATTS pérennes pourrait compromettre à long terme l'efficacité du fonctionnement des plateformes ou les futurs développements.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

### Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique est en croissance (+30 %) et globalement excellente tant quantitativement que qualitativement en ce qui concerne les RICL. Les 10 % de RICL co-signées entre thèmes montrent les réelles interactions.

Pourtant, il existe de grandes disparités entre thèmes et entre permanents concernant le taux de publication, y compris au sein d'un même thème.

La participation des doctorants demeure faible (30 %), tous thèmes confondus et que ce soit pour le RICL ou les ACTI.

Un référent « science ouverte » a été nommé, ce qui est une bonne pratique pour veiller au respect de la confidentialité de certaines données.

## *1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

Plus de 60 % de la production RICL est réalisée dans des revues du premier quartile avec, là encore selon les thèmes, entre 4 % et 11 % de publications réalisées dans des revues exceptionnelles (*Optica*, 2x *Light Science & App*, 3x *PRL*, 2x *Nature Materials*, *ACS Photonics*, 7 *Nature Comm.*) et de 20 % à 50 % réalisées dans de très bonnes revues (*Opt Letters*, *Opt Express*, *Biomed Opt Express*, *JOSA*, etc.). C'est globalement excellent. Les communications sont réalisées dans les conférences de référence du domaine.

### Points faibles et risques liés au contexte

Bien que la production scientifique soit globalement excellente tant quantitativement que qualitativement, il demeure qu'une quantité non négligeable d'articles (environ 10 %) est publiée dans les revues dans des revues peu visibles de la communauté.

## *2/ La production scientifique est proportionnée au potentiel de recherche de l'unité et répartie entre ses personnels.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les publications dans revues internationales atteignent un taux moyen compris entre 1,9 et 2,9 par an et par ETP selon les thèmes, c'est très bien voire excellent (2,37 en moyenne pour l'unité). Ces chiffres sont par ailleurs en forte croissance (+30 %) par rapport à la période précédente.

Les quatre thèmes font état de nombreuses conférences invitées avec pour le thème 1 par exemple, un taux de quatre conférences invitées par ETP pendant la période, ce qui est exceptionnel.

Une proportion significative (10 %) sont co-signées entre équipes et 31 articles sont co-signés entre thèmes. Cela illustre la réelle efficacité des actions d'animation scientifiques, la bonne synergie entre équipes/thèmes et la transversalité avérée des actions de recherche dans l'unité.

### Points faibles et risques liés au contexte

En termes de taux de publication, il existe de fortes disparités entre permanents, certains ne contribuant que peu, voire pas du tout à la production scientifique de l'unité.

Les doctorants ne sont pas assez impliqués dans la production scientifique de l'unité. Le taux de publications co-signées par des doctorants demeure relativement faible, de l'ordre de 30 % en moyenne.

## *3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a mis en place en 2016 avec succès (95 % des contenus correctement référencés dans HAL) une politique incitative (à l'initiative des tutelles) en direction de ses membres afin de les encourager à déposer leurs articles en archives ouvertes.

Les jeunes doctorants sont sensibilisés aux questions d'intégrité scientifique par des formations dispensées par l'école doctorale.

La traçabilité des données est assurée par des cahiers de laboratoire et par le service informatique. La conservation et l'accessibilité des données non sensibles est également traitée en coopération avec le service informatique, chaque responsable de projet est désormais sensibilisé à ces problématiques. Un responsable « science ouverte » a été nommé au sein de l'unité.

### Points faibles et risques liés au contexte

Dans une unité jugée sensible, la mise en œuvre de la politique globale de science ouverte pourrait se heurter à la nécessaire confidentialité qui entoure la plupart des projets impliquant des partenaires industriels ou issus

des domaines de la défense. Cela est particulièrement vrai en ce qui concerne la mise à disposition des données brutes de recherche.

## DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

### Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

L'unité fait état d'un très bon niveau de collaborations industrielles (101 projets industriels), principalement nationales et locales, avec des partenaires de renom alors même que certaines de ses activités de recherches peuvent sembler éloignées de ces préoccupations (modélisation et théorie). L'appartenance au réseau Carnot, ses trois laboratoires communs et la chaire industrielle confirment ce positionnement. La part de financement industriels (en croissance de 11 à 19 %) ou le nombre de financements de thèses Cifre demeurent faibles (10 %).

L'unité dispose de plateformes technologiques labellisées de renommées mondiales sur la base de ses technologies et instruments matures qui sont désormais ouvertes vers des partenaires extérieurs, et qui perçoivent des ressources liées à de réelles activités de prestation.

Le comité tient à souligner la contribution exceptionnelle de l'unité à la réalisation de vidéos de vulgarisation, tant pour la présentation de ses projets scientifiques que pour des actions de diffusion des connaissances en direction du « grand public ».

### *1/ L'unité se distingue par la qualité de ses interactions non-académiques.*

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'Institut Fresnel fait état d'un très bon bilan et est très actif dans le domaine de la recherche partenariale comme le démontrent :

- son appartenance au réseau Carnot ;
- ses trois laboratoires communs ;
- les 20 brevets déposés pendant la période (cinq licenciés) ;
- la chaire industrielle A\*Midex ;
- l'implication de l'unité dans le plan de relance (3 ingénieurs accueillis et 4 thèses Cifre) ;
- la part significative d'activité consacrée aux interactions avec le monde socio-économique (15 % sans compter les projets européens ou ANR qui incluent des partenaires non académiques) ;
- la création d'une start-up créée (Lightcore Technologies) au cours de la période.

Le positionnement régional est significatif et pertinent, et l'unité tire clairement avantage de sa pluridisciplinarité. Par exemple, le thème Nanophotonique et Composants a obtenu en moyenne 640 k€ de ressources grâce à des projets régionaux ou de valorisation. Le thème imagerie, dont l'activité est par nature pluridisciplinaire, entretient des liens avec le tissu industriel régional, qui se sont concrétisés par une dizaine de contrats (ANR PRCE, Plan de Relance, A\*Midex, FUI, etc.) et quatre conventions Cifre.

L'unité est réactive dans ses réponses à des appels sociétaux, comme en témoignent les projets « plan de relance » avec Multiwave Imaging et KAER LABS.

Ces recherches appliquées contribuent tout autant à rendre l'unité attractive. Les projets industriels, régionaux et de valorisation sont également présent (101 projets industriels, 16 Carnot, 9 région). Les principaux partenaires sont le groupe Ménard/Vinci, l'Oréal, Sanofi, Saint Gobain, Stellantis, Thales-Alenia Space, Cilas, MultiWave, CEA Leti, Horiba, etc.).

#### Points faibles et risques liés au contexte

La qualité des interactions de l'unité avec des partenaires non-académiques, bien que très satisfaisante dans son ensemble, laisse apparaître de très fortes disparités, tant entre thèmes que dans le temps.

Par exemple, le thème Modélisation Électromagnétique ne contribue que très peu sur les contrats industriels et de manière irrégulière sur les projets régionaux alors que de nombreux liens existent avec des entreprises.

La part de revenus issus de projets industriels demeure mesurée dans le budget global de l'unité (19 %).

De la même manière, le nombre de conventions Cifre mises en place au cours de la période (15) semble faible au regard du nombre de collaborations industrielles citées dans le DAE.

## 2/ L'unité développe des produits à destination du monde socio-économique.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité s'est engagée dans une excellente démarche de création de plateformes technologiques labellisées (et de plateaux techniques destinés à devenir des plateformes) sur la base de ses technologies et instruments matures. Ces dernières sont désormais ouvertes vers des partenaires extérieurs comme le démontrent les ressources liées aux activités de prestation (15 %).

Une start-up (Lightcore Technologies) qui développe des microscopes et endoscopes a vu le jour en 2019 sur la base de technologies suffisamment matures développées dans le thème Imagerie.

22 % des brevets déposés par l'unité au cours de la période ont été licenciés. La dynamique est bonne puisque les 18 déclarations d'invention qui ont été déposées pendant la période sont cohérentes par rapport au profil de recherche de l'unité. Le taux d'exploitation des brevets est excellent.

Le transfert de technologie réalisé vers l'entreprise Multiwave autour des méta-matériaux dédiés à l'IRM est remarquable (Prix Étoile de l'Europe). Il a conduit à la commercialisation d'un produit par l'entreprise.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le nombre de dépôt de brevet/déclaration d'inventions est bon mais pas exceptionnel et de fortes disparités existent entre les thèmes. Les déclarations d'inventions sont faibles pour les thèmes « Modélisation Électromagnétique » et « Information et photonique ».

## 3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité se distingue par le nombre de vidéos de vulgarisation qui ont été réalisées pendant la période, tant pour la présentation de ses projets scientifiques que pour des actions de diffusion des connaissances en direction du « grand public », c'est exceptionnel.

Les communiqués de presse des tutelles CNRS et AMU ont relayé plus d'une trentaine de publications des personnels de l'unité jugées exceptionnelles.

L'unité organise ou participe à l'ensemble des actions locales, nationales ou européennes du domaine, les 80 ans du CNRS, le Bicentenaire de la Théorie Ondulatoire de la Lumière, la nuit des chercheurs, le Souk des Sciences ou les journées de la Fête de la Science.

### Points faibles et risques liés au contexte

Les membres du thème 4, dont les activités sont pourtant en très bonne adéquation avec les préoccupations du grand public, ne font pas état d'une forte implication dans des actions de vulgarisation.

## C - RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

### *Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité*

L'unité, en concertation avec ses tutelles, devra apporter une attention particulière au recrutement de PAR dans le but de soutenir la recherche et de pérenniser les savoir-faire de ses plateformes et de renforcer leur ouverture à l'extérieur. Ces recrutements devront également contribuer à transformer les projets d'envergure type ERC en activités de recherche structurantes dans une vision moyen et long terme.

Le comité préconise une révision profonde du service « Mécanique et Instrumentation » en favorisant la sous-traitance vers les entreprises extérieures pour l'exécution des pièces mécaniques et en permettant un accès réglementé et encadré de l'atelier mécanique aux partenaires académiques locaux. Ceci permettra de rentabiliser l'investissement de la machine outils à commande numérique nouvellement acquise.

Au regard du faible ratio des personnels d'appui à la recherche rapporté au nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs et des départs à la retraite annoncés pendant la prochaine période, le comité incite la direction à établir une hiérarchisation des priorités en termes de demandes de renouvellements et/ou de renforcement des ressources humaines de soutien à la recherche.

Concernant la plateforme DIFFUSIF, au regard de son positionnement stratégique, de sa forte sollicitation en termes de compétences et de performances, le transfert des savoir-faire doit se mettre en place dès que possible, le comité soutient la demande de renforcement des effectifs de cette plateforme dans les meilleurs délais.

De la même manière, l'unité devra anticiper ses besoins de surfaces techniques consacrées aux projets de recherche afin de ne pas compromettre la réussite de ces derniers.

En termes d'organisation et afin de faciliter son pilotage, l'unité devrait se doter d'un système d'information, de gestion administrative et d'aide au pilotage en cohérence avec ses tutelles (outil développé et mis en place en concertation avec la tutelle gestionnaire CNRS mais consultable par les deux autres tutelles).

Le comité recommande la mise à jour du règlement interne de l'unité. Il doit notamment y faire mention des modalités liées au télétravail en conformité avec ce qui est déjà mis en place par chacune des trois tutelles, de l'existence d'un Correspondant Formation (CoFo), des deux assistants de prévention (1 seul est mentionné) et de la nouvelle organisation de l'atelier mécanique.

Concernant la charte informatique, le comité préconise de mentionner, au-delà du CNRS, les deux autres tutelles.

Enfin, pour que le règlement intérieur puisse être accessible à l'ensemble des personnels de l'Institut et plus particulièrement aux nouveaux arrivants, le comité recommande qu'une version intégrale accessible aux non-francophones soit diffusée.

Au regard des locaux exigus de l'atelier mécanique et du contexte en terme du manque de personnels présents, l'exploitation de la machine-outil à commande numérique ne réunit pas les meilleures conditions de sécurité et semble favoriser le travail isolé. Par ailleurs, l'utilisation de machines-outils devrait être ouverte, en toute priorité, à des professionnels de la mécanique ou, à minima, après une formation adaptée, être encadrée par un responsable d'atelier présent sur les lieux.

## *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

Pendant la période à venir, le comité recommande à l'unité d'assurer une relève efficace pour maintenir sa bonne implication dans des instances de pilotage de la recherche nationales et internationales afin de conserver son excellente visibilité internationale et de ne pas fragiliser son positionnement.

L'unité devra poursuivre ses efforts pour conserver un bon taux de recrutements extérieurs et devra en particulier démontrer sa capacité à attirer des PAR afin de pérenniser les postes actuellement occupés par des CDD sur contrat ou sur fonds propres dans les plateformes et les plateaux techniques.

Les personnels de l'unité enregistrent des succès à des appels compétitifs (ANR, ASTRID, EUROPE, PIA, etc.) au prix d'efforts conséquents, le risque d'épuisement ne devra pas être négligé et l'unité devrait, en concertation avec ses tutelles, rechercher les moyens de mettre en place au sein de l'unité un accompagnement au montage de projets pour soulager ses personnels.

Le comité a souligné la nécessité de trouver des solutions pérennes afin de rendre les locaux et l'environnement de l'Institut Fresnel plus attractifs.

Selon le représentant de l'AMU, la rénovation et/ou la mise à niveau des infrastructures demande des budgets particulièrement importants et un arbitrage des priorités sur l'ensemble du campus de Saint Jérôme. Au regard des délais particulièrement importants et afin d'apprécier l'évolution des projets de rénovation et la progression des études en cours, le comité recommande qu'une communication régulière soit mise en place entre la direction de l'unité et l'AMU afin de relayer les dernières avancées auprès des personnels lors des conseils de laboratoire.

Le comité recommande que l'unité, en concertation avec l'AMU, mette en place une procédure d'accompagnement efficace des étudiants étrangers, et ce, de manière accessible aux étudiants non francophones.

### *Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique*

La production scientifique, globalement excellente pour les RICL, devra être maintenue en privilégiant les publications dans des revues prestigieuses.

Les disparités qui existent entre thèmes (prix, distinction, conférences internationales) et permanents (taux de publication) gagneraient à être diminuées. Une politique d'incitation et d'accompagnement en direction des personnels publiant peu ou pas pourrait être mise en place au sein des thèmes ou au plus près des personnels en difficulté, au cœur des équipes.

Le nombre de conférences invitées internationales, globalement excellent, devra être maintenu pour tous les thèmes.

Les doctorants, dont le taux de participation aux publications (30 % en moyenne pour les RICL) reste perfectible, devront être accompagnés et repositionnés au cœur des démarches de valorisation de la recherche.

L'unité étant impliquée dans des recherches jugées sensibles, elle devra concilier la mise en œuvre de la politique globale de science ouverte qui comprend la mise à disposition des données brutes de recherche et la nécessaire confidentialité qui entoure la plupart des projets.

### *Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société*

Les interactions de l'unité avec des partenaires non-académiques devraient être globalement renforcées pour faire progresser la part de revenus issus de projets industriels actuellement à 19 %. L'unité devra poursuivre ses efforts d'incitation afin que les thèmes les moins impliqués dans la recherche partenariale arrivent à valoriser leurs savoir-faire dans ce type d'activités.

Le comité suggère à l'unité de renforcer sa politique d'accueil de thèses en convention Cifre et de dépôt de brevet/déclaration d'inventions.

L'unité devrait veiller à ce que les thèmes qui sont peu impliqués dans des actions de communication auprès du grand public (et dont les activités s'y prêtent pourtant comme le thème 4) renforcent cette compétence.

# ÉVALUATION PAR THÈME

**Thème 1 :** Modélisation Électromagnétique

Nom du responsable : M. Boris Gralak

## THÉMATIQUES DU THÈME

Les thématiques de l'équipe contribuent à la modélisation de la propagation et de la diffraction des ondes électromagnétiques — analyse mathématique, décomposition modale, modélisation numérique, simulation expérimentale, modélisation asymptotique — pour des applications en optiques diffractive, guidée, linéaire et non-linéaire, et dans le domaine de la protection des ondes.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Lors de la précédente évaluation il était recommandé de mener une réflexion afin de permettre l'augmentation de la diffusion des résultats. Le niveau de la production scientifique a été maintenu (quantité et qualité) et des efforts de diffusion ont été menés auprès de plusieurs communautés en dehors de l'électromagnétisme (mécanique des fluides, thermique, géosciences, etc.) et en diversifiant les modes de diffusion (conférences, codes numériques ouverts, diffusion de la culture scientifique).

Le comité recommandait de veiller au risque de déséquilibre entre membres du thème. Le nombre de conférences invitées (11) semblait faible pour un groupe ayant une grande renommée internationale. Pendant la période 2016-21, les membres du thème ont donné 58 conférences invitées internationales, ce qui dénote une très bonne prise en compte de la recommandation.

Une dizaine de partenariats industriels avaient été identifiés, mais en contrepartie seulement trois contrats industriels de montants faibles (20 k€) et trois thèses en convention Cifre étaient mentionnés. Les membres du thème n'ont répondu que partiellement à cette recommandation. Les collaborations industrielles ont été faites principalement par les sept projets ANR réalisés pendant la période 2016-21. Aucune thèse du dispositif Cifre n'est mentionnée, mais quelques doctorants ont été embauchés par une start-up issue du thème.

Il était recommandé d'encourager les doctorants à participer davantage à la vie du thème de manière générale. Les doctorants du thème ont participé activement à des sessions du GDR Ondes. De plus, pendant la pandémie COVID-19 et le confinement 2020-21, une série de 14 webinaires a permis à 28 jeunes chercheurs de présenter leurs travaux à la communauté nationale en « Modélisation et simulation des ondes » en visioconférence (40 à 60 connexions).

Avec la nouvelle organisation en thèmes regroupant plusieurs équipes, il était recommandé de réorganiser les équipes internes au thème, afin de répondre aux nouveaux défis lancés. Le responsable du thème souligne l'existence d'un fonctionnement collégial au sein du thème pour les demandes de moyens communs et transverses qui ne remet pas en question l'existence des équipes.

## EFFECTIFS DU THÈME

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	6
Maîtres de conférences et assimilés	6
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	2
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	2
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>17</b>

Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	30
Post-doctorants	0
Doctorants	4
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>34</b>
<b>Total personnels</b>	<b>51</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur le thème

Les thématiques développées dans le thème sont aux meilleurs niveaux national et international, voire mondial pour les travaux de recherche sur les non linéarités spatiales et l'analogie optique microondes. Les travaux sur les métamatériaux, de niveau international, pour des applications en hydrodynamique, géosciences, acoustique, sismique et mécanique sont très originaux avec des applications concrètes et le travail sur le benchmarking de la méthode des éléments finis à l'échelle internationale est remarquable. Les membres du thème mènent des collaborations internationales avec leurs concurrents afin de maintenir un niveau mondial.

Cette recherche de haut niveau, à la fois théorique et applicative, est reconnue internationalement et ponctuée de nombreuses collaborations nationales et internationales, d'organisation de manifestations, et d'une excellente production scientifique (2,9 RICL/ETP/an). Il existe néanmoins une forte disparité entre permanents en ce qui concerne la production scientifique et seulement 30 % des RICL sont co-signés avec des doctorants. Le rayonnement est également excellent au regard du nombre de conférences invitées internationales (4 par ETP pendant la période), des activités éditoriales, d'une nomination IUF et d'organisation de conférences internationales comme *Metamaterials* en 2017 ou par des responsabilités dans le GDR onde (animation de GT).

Le nombre de projets obtenus par les membres de l'équipe est bon (7 ANR, 3 projets européens) mais le nombre de coordinations reste faible et les projets européens ne sont pas des projets d'envergure.

Le nombre de doctorants dans le thème demeure faible par rapport au potentiel d'encadrement et cette problématique devra être traitée pour ne pas affecter le thème sur le long terme.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les réalisations les plus remarquables sur le développement d'outils de modélisation électromagnétique uniques sur la scène internationale, ainsi que la diversité des méthodes développées et de leurs applications sont :

- Les mathématiques appliquées pour les isolants topologiques. Dans cette thématique en plein essor, l'Institut Fresnel a fortement contribué à modéliser ces concepts en trouvant ainsi des applications dans de nombreux domaines de la physique.
- Les réseaux résonnants en cavité (CRIGF pour *cavity resonator integrated grating filter*). Avec les différentes méthodes numériques, générales ou spécifiques, développées par les membres du thème, l'Institut Fresnel est à la pointe au niveau international dans la modélisation, l'étude numérique et l'exploration de nouvelles configurations de structures CRIGF (dimensions de plusieurs centaines de longueurs d'onde).
- Modélisation expérimentale micro-ondes. L'analogie micro-onde permet, par un changement d'échelle gardant constant le rapport entre les dimensions de l'objet étudié et la longueur d'onde, de simuler des expériences aux longueurs d'onde de l'optique avec des moyens expérimentaux en hyperfréquence. Plusieurs effets ont ainsi été démontrés expérimentalement. Ce travail a été le fruit de nombreuses collaborations nationales et la publication de 13 RICL, dont une dans *Nature Comm*.
- Non linéarités spatiales. Une structure photonique ad-hoc permettant la première observation mondiale d'ondes non-linéaires auto-confinées au sein de structures plasmoniques a été conçue, fabriquée, caractérisée en 2020 et confrontée à la simulation numérique avec succès.
- Méthodes numériques pour la diffraction par éléments finis et l'analyse modale. Un modèle open-source pour les problèmes aux valeurs propres dits non-linéaires a été élaboré à partir des logiciels Gmsh/GetDP et la bibliothèque SLEPc (collaboration avec deux chercheurs européens) et la

bibliothèque SLEP. Ces modèles ont fait l'objet d'un travail conséquent de benchmark impliquant plusieurs méthodes alternatives et équipes internationales spécialistes du sujet.

Les travaux du thème sont reconnus internationalement et il en résulte une très bonne production scientifique. Celle-ci s'élève à 153 RICL pour les 23 membres impliqués dans l'équipe (soit 2,9/an/ETP avec 8,8 ETP). Les thématiques des revues sont très diversifiées à l'image du thème : optique, mathématique appliquée, physique appliquée, etc. De plus, la qualité des revues est bonne avec 60 % des supports dans des revues à forte notoriété. Six articles ont été publiés dans des revues de qualité exceptionnelle (4 %) comme *Reports on Progress in Physics*, *Nature Communications*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* et *PRL*. 29 articles (soit 20 %) ont été publiés dans d'excellentes revues comme *Physical Review B*, *ACS Photonics*, *nanophotonics* et *Space Science Reviews*. 44 % des publications impliquent des partenaires internationaux. Le nombre de RICL associant un doctorant est de 55, ce qui est excellent ramené aux 17 doctorants accueillis pendant la période référencée.

Le comité souligne 58 présentations invitées dans la période évaluée. Enfin, bien que les recherches menées soient théoriques, deux déclarations d'inventions, deux brevets et trois logiciels ont été déposés au cours de la période. Des permanents du thème sont membres des comités éditoriaux de six revues.

Ces travaux ont été soutenus par sept projets financés par l'ANR (dont 2 portés), trois projets financés par l'Europe (montant total de 304 k€) et un projet financé par A\*Midex. Ils ont été effectués en partenariat avec des acteurs économiques (groupe Ménard/Vinci, PSA) et dans le cadre de nombreuses collaborations internationales et nationales.

La recherche menée rayonne également avec l'animation du groupe thématique GT1 (Modélisation et simulation) du GDR Ondes, la direction du réseau de recherche franco-chinois en photonique « IRN PHOTONET » et par l'organisation de workshops nationaux (2) et internationaux (4). Cette reconnaissance internationale dans la thématique des métamatériaux s'est également traduite par la direction de deux doubles volumes dans la revue *Comptes Rendus Physique* de l'Académie des sciences en accès diamant (accès libre et gratuit pour tous). L'organisation de la conférence internationale *Metamaterials'2017* et d'une école d'été sur ce domaine a renforcé cette reconnaissance.

## Points faibles et risques liés au contexte

La production scientifique de l'équipe est de grande qualité mais présente des disparités entre les permanents. Le caractère très théorique des recherches pose des problèmes d'attractivité, en particulier en ce qui concerne le recrutement de doctorants. En conséquence, le thème a accueilli 17 doctorants, 13 thèses ont été soutenues et un abandon constaté. Ce nombre demeure faible au regard de 8,8 ETP. La durée moyenne des thèses est de 40 mois (35-49 mois), dépassant légèrement la durée normale de 36 mois, mais la durée de deux thèses (4 ans) a été fortement impactée par la COVID.

10 % de la production paraît cependant dans des revues peu visibles de la communauté et les doctorants ne sont impliqués que dans 38 % des publications. Le thème a présenté près de 100 communications dans des conférences internationales mais 60 % sont des conférences sans actes. Là encore les doctorants ne sont que rarement co-auteurs (30 % des cas).

L'implication dans les projets industriels demeure faible. Elle pourrait pourtant être un levier d'attractivité auprès des étudiants en combinant les aspects théoriques à un volet applicatif.

Pendant la période, le bilan des départs et recrutements est légèrement négatif en ce qui concerne tous les types de personnels. Cela pourrait compromettre le maintien ou le développement de certaines activités sur le long terme si la tendance perdure.

## RECOMMANDATIONS AU THÈME

Le thème devra travailler sur son attractivité, notamment en direction des étudiants mais aussi pour convaincre de la pertinence et de l'intérêt de ses thématiques de manière à recruter les profils recherchés pour le développement des activités sur le long terme. Cela peut passer par une communication plus adaptée, plus proactive qui peut capitaliser sur les multiples applications séduisantes développées dans le thème. Le thème ne pourra pas faire l'économie d'une refonte de sa stratégie de communication, le cas échéant en se faisant conseiller et devra la décliner et l'adapter au public visé. Par exemple, le comité encourage le thème à poursuivre ses efforts pour développer des viviers de candidats potentiels en s'impliquant dans des masters aussi bien au niveau local, que national ou européen.

Une piste de travail pour étendre ses réseaux peut-être de s'inscrire dans des programmes européens de grande envergure type ERC par exemple, ou encore Erasmus Mundus.

Le comité encourage le thème à poursuivre ses efforts de participations dans des projets industriels afin, le cas échéant, de renforcer son attractivité en obtenant des conventions Cifre.

Bien que les cœurs de métiers soient très amonts et théoriques, le thème réussit régulièrement à démontrer sa capacité à appliquer ses résultats à des domaines très variés et doit poursuivre ses efforts dans cette direction. Afin d'améliorer aussi l'attractivité et compte tenu du rayonnement international du thème, le comité recommande aux personnels de concourir davantage à des prix et distinctions.

Le thème devra veiller à ce que les contributions à la production scientifique de certains membres ne souffrent pas de leur prise de responsabilités en enseignement.

Le thème a développé un logiciel électromagnétique de niveau international. Il est téléchargeable librement. Le comité recommande de mettre en place un système de suivi afin de connaître le nombre de téléchargements et le profil des utilisateurs.

Deux départs (MCF et PR) en retraite sont prévus dans un avenir proche. Sachant que pendant la période 2016-2021, la balance des recrutements/départs est déjà légèrement déficitaire, il conviendra de veiller à ce que les activités phares du thème ne soient pas fragilisées et le cas échéant de conserver ces postes dans la thématique.

**Thème 2 :** Nanophotonique et Composants

Nom du responsable : M. Jérôme Wenger

## THÉMATIQUES DU THÈME

Le thème Nanophotonique et Composants s'articule autour de quatre axes principaux avec deux axes de recherche très amont (Nanophotonique, Antennes Optiques et Radiofréquences) et deux axes de recherche plus aval (Couches Minces Optiques, Interactions laser-Matière aux flux forts). Il s'intéresse au développement de composants innovants exploitant les interactions lumière-matière, y compris quantiques, à l'échelle nanométrique, 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.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le thème a suivi les recommandations du rapport précédent. Une première recommandation encourageait le thème à poursuivre son excellent niveau de publication dans des revues à très fort facteur d'impact, ce qui a été fait de manière excellente avec 11 % des publications dans des journaux exceptionnels (*NanoLetters*, *ACS Nano*, *Advances in Optics and Photonics*, *Science Advances*, *Advanced Materials*).

Une deuxième recommandation encourageait le thème à poursuivre sa participation dans les différents comités du domaine à l'échelle nationale et internationale, à participer aux concours et distinctions et à élargir les collaborations à l'international. Cette recommandation a été suivie (7 projets européens, 2 projets NSF, 21 prix et distinctions).

Le précédent comité insistait sur l'intérêt de conserver une activité de valorisation forte : le thème a participé à 20 contrats avec des industriels et trois laboratoires communs. Il est aussi titulaire d'une chaire industrielle.

Le fonctionnement de la plateforme photonique a été adapté de façon à ce que la demande croissante de prestations ne perturbe pas les activités de recherche, comme recommandé par le comité.

Par contre la recommandation de renforcer la cohésion du thème par des actions scientifiques internes n'a été que peu suivie.

## EFFECTIFS DU THÈME

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	8
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	4
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	3
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>23</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche non permanents	97
Post-doctorants	6
Doctorants	22
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>127</b>
<b>Total personnels</b>	<b>150</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur le thème

Les activités de recherche de ce thème se situent à un niveau exceptionnel, en particulier pour les axes nanophotonique et les antennes, l'exaltation de l'interaction lumière-matière à l'échelle nanométrique et moléculaire, et les applications biologiques et médicales. Les travaux couvrent l'ensemble de la chaîne, de la compréhension des phénomènes fondamentaux à leur mise en œuvre dans des dispositifs, leur caractérisation, et la valorisation des applications sous la forme de brevets (12), de nombreux contrats industriels (20) et le transfert industriel, par exemple dans le domaine de l'imagerie IRM avec la société *Multiwave Imaging*.

La production scientifique est excellente en quantité (2,4 RICL/ETP/an) et en qualité, avec un nombre important de publications dans les meilleurs journaux du domaine (*Nano Letters*, *ACS Nano*, *ACS Photonics*). Le rayonnement des activités est exceptionnel, avec l'obtention de deux ERCs, de distinctions, de nombreuses conférences invitées (84), des participations à l'organisation d'événements scientifiques nationaux et internationaux, et des activités éditoriales dans des journaux de premier plan du domaine (*Optics Express*, *Scientific Reports*, etc.). Ce rayonnement repose cependant sur un nombre trop limité de personnes.

L'activité contractuelle du thème pendant la période est également remarquable (2 ERC, 7 projets européens, 2 projets NSF, 12 contrats ANR, 8 contrats CNES, etc.). L'attractivité du thème est remarquable vis-à-vis des personnels non-permanents (53 doctorants et 43 post-doctorants actifs durant la période) mais le thème n'a recruté aucun personnel permanent au cours de la période ce qui peut poser des problèmes de pyramide des âges à termes.

Enfin, l'animation scientifique interne au sein du thème aurait pu être renforcée pour améliorer la cohésion scientifique.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux du thème se situent au meilleur niveau mondial. Il est leader dans le contrôle optique *in situ* du dépôt de couches minces complexes, il a obtenu un record mondial d'exaltation de fluorescence et la première application à l'étude de la membrane de cellules vivantes, il est la référence mondiale en thermoplasmonique et a démontré le contrôle de température à l'échelle nanométrique et le piégeage de nano-objets par des nano-pinces optiques assistées de forces thermiques. C'est l'un des trois groupes dans le monde à savoir piéger une boîte quantique colloïdale unique. C'est aussi le leader mondial dans le domaine des métamatériaux pour l'IRM avec sept brevets licenciés ayant mené à la commercialisation d'un produit et la distinction « Étoile de l'Europe » décernée par l'Union Européenne. Enfin, c'est l'unique interlocuteur académique sur la tenue au flux pour les lasers Megajoule et Petal, ainsi que sur les problèmes de vieillissement et de tenue au flux laser dans l'espace, et c'est la seule installation académique permettant de reproduire par laser les conditions rencontrées dans les tokamaks.

La production scientifique est remarquable et s'est améliorée en nombre et en qualité par rapport à la période précédente avec 235 RICL correspondant à un taux de publications dans des revues de 2,4 RICL/ETP/an. Plus de 70 % des supports choisis sont parmi les revues les plus visibles du domaine, la moitié des RICL sont dans d'excellentes revues et 27 publications (soit 11 %) sont parues dans des journaux exceptionnels (*NanoLetters*, *ACS Nano*, *Advances in Optics and Photonics*, *Science Advances*, *Advanced Materials*). Le thème a présenté plus de 200 communications dans des conférences internationales, dont ~80 sur invitation. Environ le tiers des publications est co-signé avec des partenaires étrangers du meilleur niveau dont l'université de Rochester (USA), l'ICFO (Espagne), ITMO (Russie), l'université de Sydney (Australie), l'Argonne National Laboratory (USA), le KIT (Allemagne). Tous les docteurs et post-doctorants passés par le thème ont co-signé au moins une publication. L'attractivité du thème est excellente. Ses membres ont donné ~90 communications invitées en conférences internationales et ont obtenu 21 prix et distinctions (prix de thèse, meilleures présentations en conférences, OSA *Fellow*, prix de l'innovation, Étoile de l'Europe, etc.). Un membre a obtenu un projet ERC « *Consolidator Grant* » en 2017, à la suite des projets ERC « *Starting Grant* » (2012-2016) et « *Proof of Concept* » (2015-2016) précédemment acquis. Un autre lauréat ERC (« *Consolidator Grant* » en 2018) émerge en partie dans ce thème. Deux de ses membres ont occupé ou occupent des fonctions éditoriales dans des journaux à forte notoriété, et deux autres dans d'autres journaux. Les membres se sont impliqués dans l'organisation ou les comités scientifiques de vingt-neuf colloques et ont exercé quatre mandats dans des sociétés savantes (SFO, OSA, EOS).

Le thème a recruté 95 stagiaires, 36 doctorants et 35 CDD/post-doctorants pendant la période, ce qui correspond à environ deux doctorants et deux post-doctorants par ETP. La durée moyennes des thèses est de 38 mois, ce qui est excellent.

Le thème s'appuie sur la plateforme Photonique membre de RENATECH+ qui regroupe 250 m<sup>2</sup> de salles blanches et grises dédiées au dépôt de couches minces.

Les membres du thème sont particulièrement actifs dans la recherche de financement. Ils ont obtenu sept contrats européens (hors ERC) et internationaux, douze contrats ANR, huit contrats avec le CNES, huit contrats avec le CEA.

Les relations avec l'environnement sociétal et socio-économique sont remarquables. Le thème a travaillé dans le cadre de vingt contrats R&D avec des partenaires privés (Saint Gobain, Stellantis, Thales-Alenia Space, Cilas, MultiWave, etc.). Le thème est partenaire de l'Institut Carnot STAR, de trois laboratoires communs et d'une chaire avec des industriels. L'activité contractuelle est ainsi exceptionnelle. Sept contrats CIFRE ont été conclus. Quatre sessions de formations à destination des chercheurs publics ou privés ont été dispensées. Douze brevets ont été déposés. Des prototypes ont été fournis à divers industriels ou à des projets extérieurs.

L'activité de médiation scientifique est très soutenue. Outre les manifestations classiques (Fête de la Science, Portes Ouvertes, Nuit des Chercheurs, visites d'écoles, etc.) douze vidéos sont accessibles sur la chaîne officielle Youtube de l'Institut Fresnel. Un membre du thème est rédacteur en chef de Photoniques, revue officielle de la Société Française d'Optique.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le nombre de chapitres d'ouvrages (trois) est faible au regard de la production globale et de la qualité des travaux menés dans le thème. Ces actions, tout comme le rayonnement du thème, reposent sur un nombre limité (autour de cinq) de personnes alors que le thème regroupe officiellement dix-neuf enseignants-chercheurs et huit chercheurs.

Le thème est le seul de l'unité à n'avoir recruté aucun enseignant-chercheur ou chercheur pendant la période évaluée alors que des candidats se sont présentés sur divers concours, ce qui peut poser des problèmes de pyramide des âges à termes.

Les sujets de recherche sont très nombreux mais la cohésion scientifique au sein du thème est faible, l'animation étant quasiment inexistante depuis la pandémie de COVID19.

## RECOMMANDATIONS AU THÈME

Le comité recommande au thème de mettre en place des actions pour améliorer sa cohésion et pour inciter l'ensemble de ses membres à s'impliquer dans sa vie scientifique et à participer aux actions collectives permettant de maintenir leur rayonnement en élargissant le panel de personnes impliquées.

Le comité recommande aux membres du thème de procéder à une analyse approfondie de sa stratégie de recrutement en chercheurs et enseignants chercheurs permanents, afin d'améliorer le taux de succès.

**Thème 3 :** Information et Photonique

Nom du responsable : M. Frédéric Galland

## THÉMATIQUES DU THÈME

L'activité de ce thème couvre un large spectre allant de l'instrumentation optique à la théorie de l'information en passant par l'imagerie et les communications optiques. Il développe des approches théoriques, numériques et expérimentales pour la mesure, le traitement, la communication, et l'extraction d'information de signaux de diverses natures (signaux optiques, thermiques, radar, hyperspectraux, EEG, électriques, etc.). Les domaines applicatifs concernés sont la télédétection, l'imagerie médicale, biologique, biométrique, de surveillance, l'astrophysique et l'IoT (Internet des objets). Le lien thématique entre les différentes activités repose sur l'étude des processus physique de formation des signaux aléatoires et des bruits dans des milieux désordonnés. Le thème est particulièrement impliqué dans la plateforme DIFFUSIF de métrologie de la lumière diffuse.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La recommandation de démontrer le maintien de l'expertise du thème par la conservation d'une forte activité de publication à destination des meilleurs journaux internationaux a été suivie. Le niveau (2,1 RICL/ETP/an) et la qualité des publications ont été maintenus avec un équilibre entre travaux amont et appliqués.

La recommandation sur le développement des collaborations internationales a été suivie. Les collaborations internationales aussi bien que nationales ont été maintenues et développées à travers de nombreux projets (2 coordinations de projets européens [H2020 ITN et COST H2020], participation au consortiums internationaux LISA & Orion-B, 24 projets nationaux). La collaboration avec des laboratoires étrangers s'est concrétisée par un tiers des publications avec un auteur d'un laboratoire international.

La recommandation sur l'équilibre entre recherche amont et appliquée en interaction avec le monde socio-économique a été suivie. Le thème présente un bon équilibre entre recherche contractuelle (11 contrats de R&D industrielle, 8 Cifre pendant la période) et académique (5 projets ANR, haut niveau de publications).

La recommandation sur l'augmentation du flux de doctorants a été partiellement satisfaite. Le flux de doctorants (25 recrutés durant la période) et de post-doctorants (19) a pu être augmenté par rapport au quinquennal précédent grâce à l'investissement dans les formations.

La recommandation sur l'implication dans la communauté nationale a été suivie. L'implication dans les GDR et groupes de travail a été maintenue (direction adjointe du GDR APPAMAT, organisation de journées thématiques). Un groupe de travail transverse sur l'intelligence artificielle avec réunion mensuelle avant la crise sanitaire a été lancé favorisant les interactions entre des sous-thèmes du thème 3 et avec les autres thèmes de l'Institut Fresnel.

## EFFECTIFS DU THÈME

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	6
Maîtres de conférences et assimilés	12
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	2
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>22</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche non permanents	100

Post-doctorants	3
Doctorants	17
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>122</b>
<b>Total personnels</b>	<b>144</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur le thème

L'activité du thème est excellente pour l'ensemble des axes scientifiques et de meilleur niveau mondial pour le sous-thème de la diffusion de la lumière et du rayonnement thermique avec le développement d'une plateforme d'instrumentation DIFFUSIF de premier rang mondial et l'implication dans VIRGO et LISA.

Le niveau de production scientifique global est excellent (2,1 RICL/ETP/an) avec des publications de qualité (*journaux IEEE, OSA/Optica, APS, PRL, Nature Photonics, etc.*) allant des aspects théoriques à des travaux appliqués en télédétection ou imagerie médicale, par exemple.

Le thème a une très forte dynamique de projets (européens, nationaux et régionaux), avec de fortes interactions industrielles (CNES, ArianeGroup).

Le rayonnement de l'équipe est globalement très bon et particulièrement remarquable pour les sous-thèmes « Milieux désordonnés » et « Communications optiques pour l'IoT » (prix, participation à de nombreux comités de programmes de conférences, à des instances de normalisation et sollicitations internationales).

La forte diversité des activités scientifiques du thème mériterait un affichage plus structuré.

Le faible nombre de personnels affectés au sous-thème « Milieux désordonnés » est un risque pour le maintien de l'ensemble des activités à moyen/long terme.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le niveau de publications du thème est excellent avec 2,1 RICL/ETP/an avec des revues de qualité (*IEEE, OSA/Optica, etc.*).

Le thème a une très forte dynamique de projets, qu'il s'agisse de projets européens (porteur d'un projet H2020 ITN VISION et d'un H2020 COST Action NEWFOCUS sur les communications optiques LiFi et membre de deux projets H2020 ICT ACTPHAST sur la photonique et un projet m.era-net) ou de projets nationaux (5 projets ANR dont 3 porteurs, 9 projets CNES -R&T et TOSCA- dont 7 porteurs, etc.) et régionaux (projet LISA soutenu par l'Amidex). Cette dynamique est tout particulièrement portée par le sous-thème « Milieux désordonnés » sur la métrologie de la lumière diffuse (14 projets sur les 25 nationaux).

Les membres du thème sont également très actifs dans les collaborations industrielles (Thalès, PSA/Stellantis, CILAS Ariane Group, INNOLEA... et PME/TPE) avec cinq projets financés (ANR, DGA / AID, INSERM/Plan Cancer) en collaboration avec un partenaire industriel, onze projets bilatéraux et le dépôt de quatre brevets pour des appareils de mesure (3 appareils développés par DIFFUSIF et 1 biomédical).

Le fort rayonnement de l'équipe se traduit par des prix (2 prix de thèse, 2 *best paper award* dans *IEEE COMSOC* et *CSNDSP conference*), 21 conférences invitées internationales (*Laser Optics and Photonics, Conference on Coherence and Random Polarization, etc.*), la participation à de nombreux comités de programmes de conférences notamment pour les sous-thèmes « Milieux désordonnés » et « Communications optiques pour l'IoT », et de nombreuses activités éditoriales. Elle se traduit également par la participation à une instance de normalisation internationale (un membre nommé pour représenter la France dans la définition de la norme AFNOR/CEN/ISO sur la métrologie de la lumière diffuse) et aux sollicitations pour intégrer le consortium de LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*) pour y prendre en charge la modélisation et la métrologie des pertes par diffusion lumineuse des composants.

L'implication dans le consortium LISA et les performances de la plateforme DIFFUSIF créent une forte dynamique pour le sous-thème concerné, avec des partenariats avec l'ESA, le CNES et la DGA. La synergie entre développements théoriques, numériques et expérimentaux est un point fort qui permet le développement d'instruments au meilleur niveau mondial comme le diffusomètre SALSA ou l'instrument BARRITON de la plateforme DIFFUSIF.

Les projets européens autour des communications optiques pour l'IoT sont également un point fort et une opportunité pour développer ces activités que ce soit sur les communications optiques aériennes ou sous-marines.

De nombreux travaux portent sur des applications variées mais ont en commun de s'intéresser à la caractérisation des performances des algorithmes proposés (travaux sur les signaux en astrophysique, sur l'imagerie Raman, en microscopie optique super-résolue, etc.) ce qui est une expertise reconnue du thème au niveau national.

Des résultats marquants de niveau international ont été obtenus en tomographie par impédance électrique avec la création d'un nouveau dispositif ultra-rapide (prix de la région SU, prix de thèse Centrale Innovation 2021, prix SFEN innovation technologique). C'est également le cas en microscopie SMLM (*Single Molecule Localisation Microscopy*) avec la proposition d'un algorithme de super-résolution rapide et robuste, couplé à une caractérisation théorique des précisions de localisation et une diffusion logicielle (*UNsupervised particle LOCalization*, licence gratuite), ainsi qu'en co-conception avec le développement d'un microscope à fluorescence avec acquisition rapide pilotée par traitement d'images (valorisé par 2 brevets).

L'axe en télédétection autour de l'imagerie hyper-spectrale est dynamique et va profiter des possibilités ouvertes par les nouveaux capteurs qui seront disponibles.

Les possibilités autour de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage profond pourront créer des liens entre les travaux dans le domaine médical (imagerie médicale, EEG) et imagerie de télédétection ou biologique à l'intérieur du thème.

## Points faibles et risques liés au contexte

Le faible nombre de personnels affectés au sous-thème « Milieux désordonnés » est un risque pour le maintien des activités à moyen/long terme.

Les départs à la retraite dans les prochaines années de chercheurs très reconnus pourraient entraîner des risques pour la dynamique de certains sous-thèmes (« Traitement de l'information et applications » et « Milieux désordonnés »).

La très grande diversité des applications abordées par les membres du thème pourrait entraîner l'absence de masse critique sur certains sujets. Un socle scientifique commun autour des méthodes de traitement de l'information existe, mais la lisibilité ou l'affichage des activités sont à améliorer.

La mise en œuvre de l'IA et de méthodes d'apprentissage profond, en particulier sur certaines recherches nécessitent d'avoir suffisamment de moyens dédiés (ressources en temps de calcul, accès à des bases de données, ressources humaines, etc.) au risque de ne pas pouvoir maintenir le niveau d'excellence actuel.

## RECOMMANDATIONS AU THÈME

Le comité recommande au thème d'anticiper les départs à la retraite de chercheurs très reconnus pour maintenir le niveau d'excellence sur les thèmes phares.

Compte tenu de l'importance des activités de la plateforme DIFFUSIF, le comité recommande de renforcer les ressources humaines du sous-thème Milieux désordonnés.

Le comité recommande de renforcer la visibilité du thème en travaillant à la construction de grandes lignes directrices permettant d'unifier et fédérer certains sous-thèmes.

Compte tenu de l'importance croissante de l'IA et de l'apprentissage statistique pour les différents sous-thèmes, le comité recommande de poursuivre la réflexion sur l'investissement ou la création de collaborations stratégiques à faire sur ce sujet dans le prolongement du groupe de travail qui a été créé.

**Thème 4 :** Imagerie

Nom du responsable : M. Loic Le Goff

## THÉMATIQUES DU THÈME

Le thème « Imagerie » est très large et concerne de nombreuses techniques d'imagerie utilisant des gammes de longueurs d'ondes étendues associées à plusieurs types de contraste linéaires et non-linéaires. Les différents axes scientifiques s'appuient sur les compétences de l'Institut Fresnel en modélisation, analyse numérique et instrumentation.

L'expertise historique des personnels de l'unité se situe autour de savoir-faire en photonique et en particulier de techniques d'imageries linéaires et non linéaires. L'intégration dans l'unité de l'équipe IMOTHEP pendant le dernier quinquennal soutient l'objectif assumé du thème qui est le transfert de nouvelles techniques d'imageries optiques vers les domaines clinique et biologique.

Les activités portent donc à la fois sur le développement d'instruments, le développement d'outils numériques pour la modélisation et l'inversion des données d'imagerie, et l'exploration de nouvelles applications biomédicales.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Afin de faire face au risque d'éparpillement des projets mentionné dans les recommandations précédentes, les équipes du thème ont renforcé leur activité sur les sujets déjà établis lors de la dernière période, leurs collaborations industrielles (L'Oréal, Sanofi, 2 Déteect Réseau, Anapix, Pic2Vision, CEA Leti, Horiba, RegenLife) et hospitalières (La Timone, Institut Paoli Calmette), et ont renforcé l'expertise biomédicale locale par l'intégration des médecins de l'IMOTHEP et de biologistes.

Le comité recommandait de veiller à optimiser les possibilités de promotion interne pour les membres (AMU, ECM, CNRS) de l'équipe.

Plusieurs promotions ont été obtenues au cours du dernier quinquennal (2 CR-DR, 1 MCF-PU et 2 DR2-DR1). D'autre part, plusieurs membres du thème ont été recrutés sur concours (2 CR CNRS, 1 MCF ECM, 1 PR ECM à l'issue d'une Chaire A\*Midex).

Afin d'appuyer sur les relations existantes avec de nombreux acteurs du monde socio-économique, quatre doctorants CIFRE ont été accueillis pendant le période.

Bien que le comité précédent ait recommandé d'être attentif au risque d'effet chronophage de la coordination des programmes Europhotonics Erasmus Mundus et Erasmus+, le comité actuel soutient l'unité qui pense que la participation de ses membres à la coordination du programme Europhotonics contribue à son rayonnement. Elle est citée comme une force du laboratoire, contribuant à sa production scientifique avec publication dans les journaux à forte visibilité (*Nature Comm*, *PNAS*, *Optica*, etc.).

Un risque d'isolement des équipes dans les locaux du CERIMED avait été souligné par le précédent comité. Les responsables du thème maintiennent de fortes interactions inter et intra-thème avec le CERIMED. Leur présence sur le site a été renforcée par le recrutement d'un MCF ECM dont l'activité de recherche expérimentale est localisée au CERIMED. La composante de l'équipe en biologie a été renforcée par le soutien par l'INSIS CNRS avec un poste de technicien en biologie (BAP A) en mobilité interne et plusieurs recrutements en CDD (techniciens, étudiants en thèse, postdoc). L'unité répond partiellement à la recommandation en ne précisant pas si des actions de coordination entre les sites ont été mises en place.

## EFFECTIFS DU THÈME

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	10
Directeurs de recherche et assimilés	6
Chargés de recherche et assimilés	5

Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	8
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>34</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche non permanents	87
Post-doctorants	9
Doctorants	26
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>125</b>
<b>Total personnels</b>	<b>159</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur le thème

L'activité scientifique est excellente, en particulier en ce qui concerne la capacité à développer des projets à l'interface entre l'imagerie microscopique, la modélisation, et les applications aux sciences du vivant. Plusieurs activités comme l'imagerie en polarisation, en phase, ou optique non linéaire sont au meilleur niveau international.

La production scientifique est globalement remarquable. Le taux de 1,9 RICL/ETP/an est obtenu avec des publications dans des journaux internationaux de référence à la fois en optique/physique (*Optica, Light Science & App, Nat Materials, PRL, ACS Photonics, Opt Letters*, etc.), généralistes (*Nat Commun, PNAS*) et médicaux (*Eur J Nucl Med Molec Imaging*). Cependant, il existe une disparité de production scientifique entre les permanents du thème.

Le rayonnement est également excellent avec deux ERC pendant la période (3 nouveaux en 2022) et une médaille d'argent CNRS. Le nombre de contrats obtenus dans le thème est excellent avec 18 ANR, trois projets européens majeurs (dont un projet H2020, ITN et un Eurostar) mais aucun en tant que porteur et un EQUIPEX+ PIA3/ANR en portage.

L'activité de valorisation est également importante et variée, avec sept brevets au cours de la période, une start-up issue des travaux du laboratoire, et de nombreux projets et partenariats industriels.

L'attractivité du thème est remarquable du fait de sa capacité à attirer des collaborateurs venant d'autres laboratoires, des jeunes chercheurs et une équipe du CHU en 2018.

Les applications développées étant très nombreuses, le comité identifie un risque d'éparpillement thématique. C'est un thème multisite qui nécessite de maintenir une bonne qualité de communication entre les sites.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les chercheurs et équipes du thème imagerie jouent un rôle de leader national voire international sur un certain nombre de sujets comme les microscopies de polarisation, de phase, ou non linéaire basée sur les contrastes Raman cohérents. Le thème porte également plusieurs développements originaux à l'échelle internationale en imagerie photoacoustique, computationnelle (ptychographie vectorielle, super-résolution), ainsi que sur des approches numériques d'inversion et d'instrumentation intelligente.

Le niveau de publication est remarquable, avec un taux de 1,9 RICL/ETP/an dans des journaux internationaux de référence à la fois en optique/physique (7x *Optica*, 2x *Light Science & App*, 3x *PRL*, 2x *Nature Materials*, *ACS Photonics*, *Opt Letters*, *Opt Express*, *Biomed Opt Express*, *JOSA*, etc.), généralistes (6x *Nature Commun.*, *PNAS*) et médicaux (*Eur J Nucl Med Molec Imaging*). Le thème a démontré une forte dynamique de recrutement doctoral et postdoctoral. Les permanents (24,4 ETP/an) ont encadré 58 doctorants, 48 post-doctorants, et 87 stagiaires au cours de la période d'évaluation.

De plus, les équipes du thème poursuivent une politique de transfert aux plateformes des équipements innovants issus de leurs travaux (systèmes d'imagerie computationnelles développés dans le projet Equipex+ IDEC).

Le niveau exceptionnel du rayonnement du thème est attesté par 75 conférences invitées dans les congrès internationaux et nationaux pendant la période.

Les C/EC impliqués ont obtenu deux ERC (Consolidator), et ont été porteurs de deux contrats européens (ATTRACT et Eurostar). Plusieurs prix ont été décernés aux personnels impliqués dans le thème : une médaille d'argent du CNRS, deux *Optica fellowships*, deux prix de thèse. Le rayonnement du thème est aussi attesté par des séjours scientifiques dans des laboratoires étrangers (29 mois), des responsabilités dans plusieurs sociétés savantes et réseaux (GT-Neuro SFMN et GR Ondes / CDIS), la participation dans l'organisation de 19 colloques/congrès internationaux.

L'attractivité est par ailleurs démontrée par le recrutement sur concours de deux CR CNRS, un MCF et un PR ECM pendant la période d'évaluation.

Les axes de valorisation et les partenariats établis sont nombreux. Les membres du thème ont effectué cinq déclarations d'invention et ont déposé six brevets (dont 2 avec licence) durant la période. Un algorithme basé sur une analyse statistique d'images de fluorescence a été déposé en invention protégée au CNRS [algorIM Ref CNRS : DL 13468-01]. Deux brevets de « smart-scan » en microscopie de fluorescence à balayage ont été déposés. En collaboration avec L'Oréal France, une méthode d'imagerie originale pour le suivi d'un actif moléculaire *in vivo* chez l'humain a été proposée. Plusieurs projets avec des partenaires industriels ont été financés (2 ANR PRCE, 1 ANR plan relance, 1 contrat A\*Midex, 1 FUI) et l'équipe a de nombreux contrats avec des entreprises (L'Oréal, Sanofi, 2 Détekt Réseau, Anapix, Pic2Vision, CEA Leti, Horiba, RegenLife) et quatre financements Cifre ont été obtenus pendant la période.

Des chercheurs du thème ont créé la start-up *Lightcore Technologies* qui développe des microscopes et endoscopes utilisant des contrastes non-linéaires.

Des personnels permanents du thème sont membres du comité stratégique du pôle de compétitivité Optitec, Directeur de l'Institut Carnot STAR, et directeur adjoint du GDR 2004 Imagerie et Microscopie en Biologie. Le thème est également impliqué dans le laboratoire commun LOIaH entre le CEA et l'Institut Fresnel et participe dans l'Institut Carnot STAR.

## Points faibles et risques liés au contexte

La coordination entre les deux sites, Fresnel et Cerimed, demande une attention particulière.

Les applications développées sont nombreuses et variées, le comité identifie un risque d'éparpillement thématique si le nombre de participants devient insuffisant sur certains sujets et perçoit mal les liens entre certaines activités.

Il existe une disparité de production scientifique entre les permanents du thème.

## RECOMMANDATIONS AU THÈME

Les activités de la thématique sont réparties sur deux sites, et les applications développées sont nombreuses. En conséquence :

- Les membres du thème devront veiller à développer et à maintenir un niveau suffisant de relation et de communication entre les groupes de travail, les équipes, et les sites ;
- Il conviendra d'assurer dans le temps la conservation des moyens et de la communication autour des sujets phares (cœur de métier) de la thématique ;
- Une masse critique suffisante pour chaque sujet devra être maintenue compte tenu du haut niveau de compétition dans les domaines biomédicaux. Si l'évolution d'un domaine fait que ça n'est pas possible de maintenir cette masse critique, les membres du thème pourront envisager de regrouper ou ré-évaluer certaines activités.

## DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

### DATES

**Début :** 22 novembre 2022 à 8h

**Fin :** 24 novembre 2022 à 12h30

**Entretiens réalisés : en présentiel**

### PROGRAMME DES ENTRETIENS

#### Mardi 22 Novembre 2022

08h30-08h45	15 min	Accueil café - huis clos
08h45-09h00	15 min	Introduction de la visite par le CS du Hcéres et le président du comité
09h00-10h00	60 min	Présentation du bilan par la DU
10h00-10h30	30 min	Questions sur le bilan
10h30-11h00	30 min	Pause-café
11h00-11h45	45 min	Présentation thème 1 : Modélisation Électromagnétique Focus sur les activités du thème 1
11h45-12h00	15 min	Questions Thème 1
12h00-12h30	30 min	Huis clos
12h30-13h30	60 min	Pause déjeuner (huis clos)
13h30-14h00	30 min	Pause-café
14h00-15h00	60 min	Présentation Thème 4 : Imagerie Focus sur les activités du thème 4
15h00-15h15	15 min	Questions Thème 4
15h15-16h30	1h15	Visite des installations Thèmes 1 et 4 et questions (2 groupes)
16h30-17h00	30 min	Pause-café
17h0-18h00	60 min	Huis clos

#### Mercredi 23 Novembre 2022

09h00-09h15	15 min	Huis clos
09h15-10h00	45 min	Présentation Thème 3 : Information Et Photonique Focus sur les activités du thème 3
10h00-10h15	15 min	Questions Thème 3
10h15-10h45	30 min	Pause
10h45-11h45	60 min	Présentation Thème 2 : Nanophotonique Et Composants Focus sur les activités du thème 2
11h45-12h00	15 min	Questions Thème 2
12h00-12h30	30 min	Huis clos
12h30-13h15	45 min	Pause déjeuner (huis clos)
13h15-13h45	30 min	Pause-café
13h45-15h00	1h15	Visite des installations Thèmes 2 et 3 et questions (2 groupes)
15h00-16h00	60 min	Huis clos
16h00-16h30	30 min	Pause-café
16h30-17h00	30 min	Entretien avec les représentants des EC et C
17h00-17h30	30 min	Entretien avec les représentants des doctorants et post-doctorants
17h30-18h00	30 min	Huis clos

## Jeudi 24 Novembre 2022

09h00-09h30	30 min	huis clos
09h30-10h00	30 min	Entretien avec les représentants des BIATSS et ITA
10h00-10h30	30 min	Entretien avec les tutelles
10h30-11h00	30 min	Pause-café
11h00-11h30	30 min	Entretien avec la direction (passée et future)
11h30-11h45	15 min	Clôture de l'entretien (ouvert à tous les membres de l'unité)
11h45-12h30	45 min	Huis clos
12h30-13h30	1h00	Pause déjeuner (huis clos)

## POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

Le comité ne mentionne pas de point particulier.

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Le Président de l'université

au

Département d'Évaluation de la recherche -  
Hcéres

Objet : Observations de l'unité relatives au  
rapport d'évaluation des experts Hcéres

N/Réf. : VPR/LS/AMS/CM – 23-07

Dossier suivi par : Cécile Merle

Tél : 04 13 94 95 90

[cecile.merle@univ-amu.fr](mailto:cecile.merle@univ-amu.fr)

Vos réf :

DER-PUR230023103 - Fresnel - Institut Fresnel

Marseille, le lundi 27 mars 2023

Madame, Monsieur,

Je fais suite au mail que vous nous avez adressé le 30/01/2023 dans lequel vous me communiquez le rapport d'évaluation Hcéres de l'Unité Fresnel - Institut Fresnel.

Comme demandé dans ledit mail, je vous fais part des observations de portée générale :

La direction de l'institut Fresnel et l'ensemble des personnels de l'unité remercient le comité HCERES pour son travail sur l'évaluation du laboratoire, et le retour globalement positif qui en a résulté.

L'unité se permet de revenir sur quelques points exprimés dans ce rapport, qui me semblent nécessiter des compléments d'information ou rectification.

**Page 7 (plateformes)** : Il est à plusieurs reprises (page 7, 9, 11, 18, 30 ...) mentionné que la plateforme DIFFUSIF manque de personnel ITA (cette plateforme possède 1 ITA actuellement). Nous souhaitons souligner que la plateforme PHOTONIQUE souffre du même constat alors que ceci n'est pas mentionné dans le rapport, il nous paraît important de ne pas différencier les plateformes au regard de ce problème. La plateforme PHOTONIQUE est le regroupement de trois plateformes, et possède 3 ITA sur un grand parc d'équipements particulièrement affecté par ce manque. Les recommandations écrites pour la plateforme DIFFUSIF sur ce sujet peuvent donc être étendues à la plateforme PHOTONIQUE.

**Pages 7 et 13 (politique d'accueil des personnels)** : plusieurs commentaires nous semblent contradictoires et masquer l'effort conséquent effectué au laboratoire dans le sens de l'accueil des personnels. Le commentaire en page 7 « *l'accompagnement des doctorants, postdoctorants et CDD étrangers qui mériterait d'être plus efficace* », en page 12 : « *les moyens d'information concernant la vie de l'unité (principalement en direction des doctorants et des nouveaux arrivants) semblent peu efficaces.* » est en contradiction avec d'autres constats (page 13 : « *L'unité a déployé des dispositifs classiques mais efficaces pour organiser l'accueil des doctorants (journée des nouveaux entrants, livret d'accueil, comité de suivi des thèses)* », page 8 « *De nombreuses actions ont été menées pour dynamiser la vie étudiante et en particulier assurer un meilleur suivi pendant la thèse et au-delà (comité suivi thèses, séminaires doctorants, événements sociaux une fois par mois, journée des doctorants, Optica student chapter, etc.)* », page 11 « *Une journée des entrants (annuelle) permet de diffuser les informations relatives à la vie et aux règles de l'unité, des événements sociaux renforcent la cohérence et des formations spécifiques sont organisées* »)

Nous ne comprenons donc pas le sens des points en pages 7 et 12.

**Page 8 :** « *L'unité peine cependant dans son DAE à donner des exemples emblématiques du caractère différenciant de ses recherches (positionnement international, apport de la pluridisciplinarité et actions inter-thèmes).* » nous semble en contradiction avec (page 10) « *Bien que les champs scientifiques couverts par les thèmes soient déjà étendus, l'unité soutient de cette manière l'émergence de projets interdisciplinaires, inter-équipes et inter-thèmes* ». Il est par ailleurs fait largement mention dans le DAE du caractère pluridisciplinaire et des relations entre les thèmes.

**Page 8 :** « *Seule la suggestion de mettre en place un comité de pilotage entre l'unité et ses tutelles n'a pas été suivie.* »

L'unité a été invitée par ses tutelles à un Dialogue Objectif Ressources en septembre 2022. Certes cette réunion n'a pas lieu tous les ans, elle est néanmoins réalisée à des échéances de quelques années.

**Page 8 :** « *La recommandation sur la double-appartenance des C/EC de l'unité à l'ED62 n'a pas été suivie.* »

La double-appartenance mentionnée n'est pas possible dans le fonctionnement des EDs, il n'y a donc pas de possibilité de suivre cette recommandation.

**Page 14 :** « *Le fonctionnement des plateformes manque de clarté pour le comité, en particulier parce que des EC/C et des étudiants sont impliqués ou sont comptabilisés dans les effectifs des personnels de gestion des plateformes et des plateaux techniques alors qu'ils ne devraient être que des utilisateurs.* »

Il a été expliqué dans le DAE et lors de la visite que les plateformes ne sont pas uniquement des outils de réalisation de prestations, mais également de développements d'instruments. Il est donc naturel que les EC/C et étudiants soient partie prenante de ces développements. Leur rôle est également crucial dans certaines activités qui ne bénéficient d'aucun ITA dédié (ex : endommagement laser).

**Page 14 :** « *La participation des doctorants demeure faible (30 %), tous thèmes confondus et que ce soit pour le RICL ou les ACTI.* »

Un très grand nombre de publications impliquent des CDDs, postdoctorants ou doctorants d'autres laboratoires. Le chiffre de 30% semble négatif mais il est à noter que les doctorants ont tous des publications en sortie de thèse.

**Page 15 :** « *une quantité non négligeable d'articles (environ 10 %) publiés dans les revues à la notoriété plus faible, voir dans des revues non référencées.* »

Ce commentaire apparaît plusieurs fois dans le rapport. Il nous paraît en désaccord avec l'engagement pris par le HCERES sur la mention des publications, en signant en 2021 la déclaration de San Francisco sur l'évaluation de la recherche.

**Page 16 :** « *le nombre de financements de thèses Cifre demeurent faibles (10 %).* »

Il nous paraît important de souligner que l'obtention de bourses CIFRE est complexe, et nécessite d'avoir des liens forts avec les industriels : les entreprises avec lesquelles les liens sont établis sont précisément celles avec lesquelles ces bourses sont mises en place.

**Page 26** : « *Enfin, l'animation scientifique interne au sein du thème (2) est très faible.* »

Ce commentaire ne reflète pas la réalité de l'animation scientifique sur toute la période concernée. Entre janvier 2016 et février 2020, le thème 2 a assuré une animation scientifique régulière avec un séminaire par mois en moyenne, format identique à tous les thèmes. Si la pandémie Covid19 a profondément affecté l'animation, il serait utile de mentionner l'activité régulière entre 2016 et début 2020.

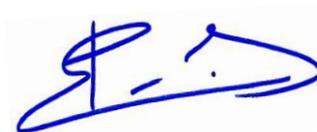
**Page 31** : « *Un risque d'isolement des équipes dans les locaux du CERIMED avait été souligné par le précédent comité.* » et page 33 « *Une difficulté à maintenir une communication efficace entre les deux sites, Fresnel et Cerimed, persiste.* » Ce commentaire semble contradictoire avec (page 10) « *L'éloignement de ces deux sites n'est cependant pas un frein à la cohésion du laboratoire dans la mesure où les activités qui y sont menées enrichissent les collaborations et l'interdisciplinarité.* »

Nous souhaitons par ailleurs souligner que le lien de l'unité avec CERIMED est une opportunité et non une contrainte. Compte-tenu des applications en imagerie médicale, et du fait que les médecins sont localisés à la Timone, il est naturel de se rapprocher de ce site pour bénéficier des tests sur petit/moyen animal, voire humains.

En complément de ses réponses à certains points spécifiques, les tutelles de l'Institut Fresnel, AMU, le CNRS et l'ECM, tiennent à confirmer que cette unité est excellente sur les plans scientifiques, de la valorisation et organisationnels. Il s'agit de l'une des pépites du site d'Aix-Marseille.

Vous souhaitant bonne réception des présentes,

Je vous prie de croire, Madame, Monsieur, l'expression de mes respectueuses salutations.



**Eric BERTON**



Les rapports d'évaluation du Hcéres  
sont consultables en ligne : [www.hceres.fr](http://www.hceres.fr)

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



2 rue Albert Einstein  
75013 Paris, France  
T. 33 (0)1 55 55 60 10

[hceres.fr](http://hceres.fr)

[@Hceres\\_](https://twitter.com/Hceres_)

[Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)

